

SÉRIE A, N° 70.

N° D'ORDRE

85

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR

L. CONRAD

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES BOTANIQUES ET CHIMIQUES SUR DEUX GRAINES DE LA FAMILLE DES SAPINDACÉES (*XANTHOCERAS SORBIFOLIA* BUNGE ET *KOELREUTERIA PANICULATA* LAXM.).

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

SOUTENUES *le* 11 DÉCEMBRE 1913, DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

MM. MATRUCHOT	<i>Président.</i>
MICHEL	} <i>Examineurs.</i>
PORTIER	

PARIS
IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE CENTRALES DES CHEMINS DE FER
IMPRIMERIE CHAIX

SOCIÉTÉ ANONYME
(Succursale B), 11, boulevard Saint-Michel.

1913



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552224_0049



SÉRIE A, n° 70.

N° D'ORDRE

85

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR

L. CONRARD

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES BOTANIQUES ET CHIMIQUES SUR DEUX GRAINES DE LA FAMILLE DES SAPINDACÉES (*XANTHOCERAS SORBIFOLIA* BUNGE ET *KOELREUTERIA PANICULATA* LAMX.).

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

SOUTENUES ~~EN~~ DÉCEMBRE 1913, DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN



MM. MATRUCHOT	Président.
MICHEL	} Examinateurs.
PORTIER	

PARIS

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE CENTRALES DES CHEMINS DE FER
IMPRIMERIE CHAIX

SOCIÉTÉ ANONYME

(Succursale B), 11, boulevard Saint-Michel.

—
1913

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen. P. APPELL, *Professeur.* Mécanique analytique et Mécanique céleste.

Doyen honoraire. . . . G. DARBOUX. — Géométrie supérieure.

Professeurs honoraires. { Ch. WOLF.
J. RIBAN.

Professeurs.

LIPPMANN	Physique.
BOUTY	Physique.
BOUSSINESQ.	Physique mathém. et calcul des probabilités.
PICARD.	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
Y. DELAGE.	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
Gaston BONNIER. . . .	Botanique.
DASTRE	Physiologie.
KOENIGS	Mécanique physique et expérimentale.
VÉLAIN	Géographie physique.
GOURSAT.	Calcul différentiel et calcul intégral.
HALLER	Chimie organique.
JOANNIS	Chimie (Enseignement P. C. N.)
JANET	Physique. —
WALLERANT	Minéralogie.
ANDOYER.	Astronomie.
PAINLEVÉ.	Mécanique rationnelle.
HAUG	Géologie.
HOUSSAY.	Zoologie.
H. LE CHATELIER. . . .	Chimie.
Gabriel BERTRAND . . .	Chimie biologique.
M ^{me} P. CURIE	Physique générale.
CAULLERY.	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
C. CHABRIÉ.	Chimie appliquée.
G. URBAIN.	Chimie.
Émile BOREL	Théorie des fonctions.
MARCHIS.	Aviation.
Jean PERRIN.	Chimie physique.
G. PRUVOT.	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
MATRUCHOT.	Botanique.
ABRAHAM.	Physique.
CARTAN	Calcul différentiel et calcul intégral.
Cl. GUICHARD.	Mathématiques générales.
MOLLIARD	Physiologie végétale.
N....	Application de l'analyse à la géométrie.
N....	Histologie.

Professeurs adjoints

PUISEUX	Mécanique et astronomie.
LEDUC.	Physique.
MICHEL	Minéralogie.
HÉROUARD	Zoologie.
Léon BERTRAND	Géologie.
Rémy PERRIER.	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
COTTON	Physique.
LESPIEAU.	Chimie.
GENTIL	Pétrographie.
SAGNAC	Physique (Enseignement P. C. N.).
PEREZ	Zoologie (Évolution des êtres organisés.)

Secrétaire. D. TOMBECK.

A

M. D. TOMBECK

SECRÉTAIRE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

*Hommage respectueux
et témoignage de profonde gratitude.*

RECHERCHES BOTANIKES ET CHIMIQUES

SUR

Deux Graines de la Famille des Sapindacées

(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge
et *Kædreuteria paniculata* Laxm.)

INTRODUCTION

Précédemment, sous le titre de : *Recherches sur la Fleur, le Fruit et la Graine du Cedrela sinensis* Adr. Juss., j'ai eu l'honneur de soumettre à la Faculté des Sciences un mémoire qu'elle a bien voulu juger favorablement (1).

Encouragé par cette approbation, j'ai conçu le projet d'une nouvelle étude, botanique et chimique, concernant deux graines peu travaillées jusqu'à ce jour et dont la germination et le développement sont insuffisamment connus.

Il s'agit des graines appartenant à deux plantes de la famille des Sapindacées, l'une, le *Kædreuteria paniculata* Laxm., et l'autre, le *Xanthoceras sorbifolia* Bunge, toutes deux originaires du nord de la Chine et très rustiques chez nous.

Au cours d'observations antérieures, mon attention fut attirée par la richesse en huile de leurs embryons et le pouvoir aphrogène qu'ils communiquent à l'eau. J'avais aussi connaissance des avantages alimentaires et médicinaux que les indigènes retirent de ces deux graines.

Ces remarques me suggérèrent quelques idées neuves et me conduisirent à rechercher, dans le contenu des semences, les éléments dont la présence pouvait expliquer leurs propriétés.

Sous le rapport scientifique, celles-ci avaient été tout d'abord l'objet de quelques notes, puis, plus récemment, dans des travaux d'ensemble, des auteurs autorisés ont commencé à leur réserver une place plus importante en signalant certains faits que je vais tenter d'élucider : je veux parler de la présence des principes saponiques.

Après avoir montré, chimiquement, que ces principes immédiats se rencontrent dans la graine du *Kædreuteria* et celle du *Xanthoceras*, je

(1) CONRAD. *Recherches sur la Fleur, le Fruit et la Graine du Cedrela sinensis* (Dipl. d'Études sup., Paris, 1911).

chercherai à les localiser microchimiquement en m'aidant des réactions que j'aurai mises en évidence et, au cours de mes investigations, je tenterai d'apporter des modifications de méthode.

J'ai également approfondi la question des huiles qui me paraît susceptible d'offrir un certain intérêt.

J'ai constaté que l'embryon de *Xanthoceras* est plus chargé en matières grasses que celui de *Kædreuteria*, et que d'autres graines de la même famille produisent des huiles connues qui servent à une foule d'usages.

On se demande comment ces deux oléagineux sont demeurés inaperçus aux yeux des indigènes ? Est-ce par tradition particulière que ces végétaux se sont trouvés réservés à l'ornement des grandes pagodes, ou ne conviendrait-il pas d'attribuer à la mauvaise qualité des huiles qu'ils pourraient fournir, la préférence des Naturels pour d'autres cultures ?

Les recherches effectuées sur ces deux graines oléagineuses nous enseignent quelques avantages industriels et alimentaires : à ce point de vue, ces plantes, intéressantes pour l'ornement, peuvent donc le devenir aussi pour l'exploitation.

Mais avant de consigner, dans le présent mémoire, le résultat de mes opérations chimiques et microchimiques, il convenait d'étudier la morphologie et l'histologie des graines de *Xanthoceras* et de *Kædreuteria*; j'ai donc été conduit à adopter, pour l'exposition de mon sujet, le plan suivant :

1^o Historique;

2^o Morphologie externe et interne de la graine du *Xanthoceras sorbifolia* et de celle du *Kædreuteria paniculata*;

3^o Opérations chimiques pour la mise en évidence des substances saponiques contenues dans les amandes et les téguments de chacune des graines;

4^o Histologie et contenu cellulaire des deux embryons;

Études microchimiques en vue de la localisation du saponique;

5^o Histologie des téguments séminaux;

Études microchimiques en vue de la localisation du composé saponique;

6^o Huiles. — Propriétés physiques et chimiques;

7^o Morphologie externe de la germination de chaque graine;

Conclusions.

J'ai pensé que l'historique général, qui m'a fourni plus d'une précieuse indication et suggéré maintes remarques curieuses, ne devait pas être séparé de l'historique botanique par lequel on débute généralement dans les travaux de cette nature.

En soumettant aujourd'hui ce nouveau travail à la Faculté des Sciences, je tiens à remercier vivement, ici, M. Matruchot, Professeur à la Sorbonne et à l'École normale supérieure, qui, depuis l'origine, a toujours suivi mes modestes travaux et m'a accueilli dans son laboratoire avec tant de bienveillance.

J'ai contracté une lourde dette de reconnaissance à l'égard de M. D. Tombeck, Secrétaire de la Faculté des Sciences. Je n'ai pas cru pouvoir mieux m'en acquitter qu'en plaçant ma thèse sous l'égide de son nom autorisé.

En ce qui concerne la partie bibliographique, j'ai rencontré un guide précieux dans M. le Dr Dorveaux, le distingué bibliothécaire de l'École de Pharmacie; qu'il me soit permis de lui exprimer ma profonde reconnaissance pour le véritable intérêt qu'il n'a cessé de me témoigner pendant les longues heures que j'ai passées dans la bibliothèque de cet établissement.

Je saisis également l'occasion présente pour réitérer mes meilleurs remerciements à M. Monpillard, qui s'est ingénié à me procurer des microphotographies scrupuleusement exactes, dont le seul aspect contribue à rendre plus intelligible mon travail.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

Xanthoceras sorbifolia Bunge.

En consultant des livres d'ailleurs fort anciens, j'ai pu me convaincre que le *Xanthoceras* était classé par les Chinois comme espèce fruitière.

Li-shi-chèn, dans son célèbre traité intitulé « *Pen-ts'ao-Kang-mu* », dont la première édition remonte à 1596, le cite comme comestible à l'égal de nos meilleurs fruits : la saveur de l'amande du *Xanthoceras* rappelle celle de la noisette [1].

Du Halde [2], dans son ouvrage sur l'*Empire de la Chine* (1735), donne la description suivante de cet arbre : « Un arbrisseau qui a peu de rapport avec les nôtres est celui que les Chinois nomment, à Pékin, « *Ouen-kuang-chu* », car il a au moins trois noms différents, suivant les provinces. La couleur de la fleur est blanche, mais les feuilles étant rangées font comme une double et même comme une triple rose. Le calyce devient ensuite un fruit de la figure d'une pêche, mais dont le goût est tout à fait insipide ; il est rempli, dans les loges, de quelques pépins ou plutôt de semences couvertes d'une peau cartilagineuse et noirâtre. »

Du Halde n'avait jamais visité la Chine, il tenait ses renseignements de nombreux missionnaires et en particulier du P. Visdelou, distingué sinologue français.

En 1830, Alex. Bunge, attaché par l'Académie de Saint-Petersbourg à la mission russe qui résida à Pékin, recueillit, avec autant de soin que l'hostilité des habitants peut le permettre, des documents relatifs à la végétation de la Chine boréale [3]. Il en rapporta un riche herbier et décrivit le *Xanthoceras* observé par lui dans le Pé-tchi-li, et déjà mentionné dans la collection du P. d'Incarville en 1740.

Plus tard, un continuateur des travaux du P. d'Incarville, le P. David, après un séjour, en 1862, dans la capitale de la Chine, fut chargé, en 1866, d'une mission dans la Mongolie orientale, par Duruy, alors Ministre de l'Instruction publique. et par MM. les Professeurs du Muséum.

Les numéros entre crochets renvoient à l'Index bibliographique placé à la fin de ce chapitre.

Il fit un voyage, de mars à octobre, dans la région de l'Oula-chan [4] encore à peu près inexplorée, et, au cours de ses investigations, rencontra de nombreux exemplaires de *Xanthoceras* [5] à l'état sauvage en compagnie du *Juniperus excelsa*, de l'*Aquilegia viridiflora*, du *Sophora alopecuroides*, du *Clematis fruticosa* et de quelques autres plantes.

A Pékin, David le remarqua cultivé auprès des grandes pagodes et des lamaseries, associé au *Salisburia adiantifolia*, à l'*Acacia Julibrissin*, au *Spiraea sorbifolia*. En poussant ses recherches beaucoup plus loin que ne l'avaient fait ses devanciers, et en explorant les environs de Je-hol (ancienne Tartarie) à 125 kilomètres nord-nord-est de Pékin, l'abbé David ne trouva plus que quelques rares *Xanthoceras* auprès des habitations et réunit de sérieux documents sur cette espèce [6].

Il confia à M. Pichon [7], attaché à la légation de France, le soin d'en rapporter quelques exemplaires vivants. L'un d'eux est planté au Muséum, dans le carré creux attenant à la fosse aux ours : cet exemplaire d'introduction remonte à l'année 1868; il ne donne pas de graines tous les ans.

***Kæhreuteria paniculata* Laxm.**

Tout autre est le *Kæhreuteria*, très commun dans les montagnes occidentales du nord de la Chine.

Ses seules propriétés intéressantes aux yeux des indigènes consistent dans la production de graines noires et brillantes, de la grosseur des pois, assez dures et qui, expédiées sur la capitale, y servent à confectionner des chapelets [8]. Sans être employées en médecine, elles feraient partie des remèdes populaires pour combattre les maladies de la peau, grâce à leurs principes savonneux [9].

Le *Kæhreuteria* est cité dans le *Pen-ts'ao-Kang-mu* (Arbres, chap. II) parmi les soixante espèces d'arbres remarquables [10]. Ce végétal qui nous est connu, grâce au professeur russe de botanique, Laxmann [11], fleurit pour la première fois en 1772 dans les serres chaudes du Jardin botanique de Saint-Petersbourg, après y avoir été cultivé pendant près de vingt ans. Notons, en passant, que son apparition à Saint-Petersbourg coïnciderait avec le passage du P. d'Incarville à Pékin (1740-1757).

Ce missionnaire [12] collectionna très soigneusement de nombreuses plantes [13] et des semences du nord de la Chine, pour les envoyer à Bernard de Jussieu, démonstrateur de botanique, à Paris, telles : l'*Ailanthus glandulosa*, le *Zanthoxylum Avicennæ*, le *Polygonum tinctorium*, le *Kæhreuteria paniculata* [14]. Certaines de ces espèces suscitèrent, par la suite, un vif intérêt.

L'introduction du *Kæhreuteria paniculata*, en Angleterre, date de 1763, il fructifia en 1787 dans le jardin de Kew et L'Héritier [15] saisit

cette occasion pour le dessiner dans le *Sertum Anglicum*. Son introduction [16], en France, remonterait à 1789. (Voir note au bas de la page.)

Le feuillage original, élégant, d'un vert un peu grisâtre; ses amples panicules de fleurs jaunes, polygames, qui paraissent en juillet; le privilège de ne pas être attaqué par les insectes; la résistance du *Kæltreuteria* aux grands froids : tels sont les avantages par lesquels se recommande sa plantation en avenue.

Je crois pouvoir affirmer cependant que ces deux végétaux asiatiques (le *Xanthoceras* et le *Kæltreuteria*), dont les graines constitueront l'objet de notre étude, semblent, à l'instar de tant d'autres végétaux de même origine, destinés, par leur structure, à l'ornementation de toutes les constructions bizarres dont les *Célestes* ont la spécialité.

* * *

Parmi les auteurs qui ont fait des observations sur la graine de *Kæltreuteria paniculata*, ou sur celle de *Xanthoceras sorbifolia*, il convient de citer, au commencement du siècle dernier, Gärtner et Jussieu [17].

Conformément aux caractères que ces botanistes ont empruntés à l'embryon pour débrouiller la classification fort complexe des Sapindacées, Cambessedès [18], s'appuyant sur les mêmes remarques, organisa, en 1829, la section des *Dodoneaceae*. Dans les quelques genres qui s'y trouvent réunis réapparaît le *Kæltreuteria*, voisinant avec le *Cossignia*, le *Llagunoa*, le *Dodonaea*.

« Au sujet de leurs graines : l'embryon serait sans péricarpe et présenterait des cotylédons plus ou moins courbés, ou même roulés plusieurs fois sur eux-mêmes, en spirale. Dans ce cas, le sommet des cotylédons occupe le centre de la spire et la radicule se trouve rejetée à l'extérieur et latéralement, toujours dirigée vers le hile. Cambessedès ajoute que le tégument externe est souvent dur et crustacé et l'interne se montre sous forme de mince membrane. Il figure une coupe de la graine du *Kæltreuteria* et constate que le tégument interne se prolonge jusqu'au centre de la spire. »

D'autre part, Schnizlein [19], dans son *Iconographia*, acceptant la classification du *Genera Plantarum* d'Endlicher (1838), nous fait connaître plus complètement la structure de la graine du *Kæltreuteria* par un dessin que j'ai observé et ai retrouvé mentionné dans un article publié, en 1868, par D. Clos [20], sur la polygamie de cette essence.

NOTE. — Lamarck notifie, en 1804, que le *Kæltreuteria* est cultivé dans Paris; d'autre part, Desfontaines, dans le « *Catalogue des Plantes cultivées au Jardin botanique du Muséum* » an X, n'en fait pas mention; cependant, j'ai trouvé, dans les Herbiers de cet Établissement, un échantillon de *Kæltreuteria* (suivant le *Sertum Anglicum* de l'Hérit), récolté en fleurs au Jardin des Plantes de Paris, le 26 août 1813.

Payer [21], dans son *traité d'Organogénie Florale*, étudie le développement des organes du *Kæltreuteria paniculata* auquel il conserve le nom spécifique de *paullinioides*. Il indique la naissance des deux ovules dans chaque loge de l'ovaire, leur position renversée et ajoute que ceux-ci sont anatropes.

Baillon [22], confirmant la même manière de voir, sans toutefois parler de l'anatropie des ovules, donne la diagnose suivante de la graine du *Kæltreuteria* [23] qu'il range dans la tribu des *Pancoviées* : « Semence subglobuleuse, exarillée; testa crustacé, noirâtre. Embryon exalbuminé, cotylédons spirales convolutés. Cet auteur cite, en outre, le *Kæltreuteria* comme une des espèces riches en gommés solubles, et fait aussi ressortir, dans son *Genera*, les graines de *Xanthoceras* [24] qu'il établit dans la série des *Savonniers* et qu'il décrit ainsi : « Semence le plus souvent en forme de globe, testa épilé et noir; hile large; embryon exalbuminé, cotylédons charnus.

A nouveau en 1883, Baillon [25], dans son *traité de Botanique médicale*, met en parallèle l'embryon du *Kæltreuteria* et celui du *Cossignia*, qui sont tous deux circinnés, à radicule descendante.

Nous arrivons, en mars 1890, à un mémoire de Radlkofer [26] « *Sur les organes de la famille des Sapindacées* » dans lequel l'auteur retient notre attention en s'exprimant ainsi, sur les caractères anatomiques de l'embryon [27] :

« Pour l'embryon, la chose la plus importante est sa teneur en substance saponinique, tantôt remplissant des cellules particulières, tantôt contenue dans tout le tissu et mise en évidence par une production de mousse au contact de l'eau. Le premier cas se rencontre chez l'*Haploccelum* et de même chez le *Xerospermum acuminatum*. Non contenue dans des cellules particulières et se trahissant seulement par la formation de la mousse, on peut tirer une conclusion exacte sur la substance si, en dehors de ceci, on peut, au moyen de l'acide sulfurique, parvenir à colorer légèrement, en rouge, le contenu de la cellule. Ainsi la saponine est contenue dans l'embryon de : *Cossignia*, *Llagunoa*, *Dodonaea*, *Exothea*, *Doratoxylon*, *Ganophyllum*, *Filicium*, *Harpullia thanatophora* et *Magonia*. L'apparition du tannin dans des cellules particulières est tantôt d'une importance secondaire, tantôt plus grande.... En considérant la réserve nutritive, des différences peuvent se présenter non seulement dans les genres qui ont parenté entre eux, mais dans les espèces du même genre. »

Plus tard, en 1895, Engler [28] emprunta à Radlkofer la famille des Sapindacées qu'il inséra dans *Pflanzenfamilien* : bien que j'aie retrouvé là les caractères abrégés du mémoire type, j'ai encore relevé quelques notes intéressantes concernant le contenu de la graine du *Kæltreuteria*, signalé antérieurement, en 1884, par Godfrin [29], et sur le *Xanthoceras*.

Nous reproduisons ci-dessous notre traduction de ces passages :

Relativement au *Kœlreuteria* (page 332) : « par avortement il y a, dans chaque loge du fruit, une seule semence, aussi grosse qu'un pois, avec un tégument externe noir, d'apparence crustacée.

» Embryon mûr, en spirale aplatie et enroulée, contenant de l'huile, de l'aleurone et un peu d'amidon. La radicule, assez longue, est abritée par un profond repli de l'enveloppe. »

Puis (page 364) l'auteur nous donne les renseignements suivants sur les semences du *Xanthoceras* : « Les semences sont à plusieurs dans chaque loge du fruit, de la grosseur d'une noisette et oviformes. Par pression réciproque, elles sont aplaties par place. Le tégument externe, brun noirâtre, est fortement crustacé et transversalement elliptique, avec le hile clair. L'embryon est tordu, avec des cotylédons disséminables, il contient de l'huile et de l'aleurone.

» Le cotylédon intérieur est plus mince, replié transversalement sur lui-même; celui qui est extérieur et voûte la graine est plus épais en chair. Un large pli du manteau de la semence enserre la petite racine. »

Et (page 287) il généralise la constitution anatomique des téguments séminaux. Ceux-ci peuvent être formés par des cellules plates d'une consistance semblable à celle du cuir, ou par des parois épaisses composées de cellules prismatiques rayonnantes de composition crustacée : précisément, dans les cellules de l'enveloppe, apparaît un dépôt saponinique (*Kœlreuteria*, *Stocksia*, *Erytrophysa*, *Exothea*, *Hippobromus*, *Filicium*). »

Enfin, M. Guérin [30], dans ses « *Recherches sur le Tégument séminal de quelques Sapindacées* », en nous exposant les modifications que subissent les téguments du *Kœlreuteria* et du *Xanthoceras* pendant leur développement, à partir de la fécondation, constate l'existence d'une lame protéique très mince entre le tissu cotylédonaire et le tégument interne de chaque graine, ce qui, d'après lui, ne permettrait pas de considérer ces espèces comme totalement dépourvues d'albumen. Cet auteur avance que les substances saponiques signalées par Radlkofer dans le *Kœlreuteria* sont peut-être localisées dans les cellules moyennes du tégument interne.

Cet indispensable exposé préliminaire étant terminé, j'entre, sans plus tarder, dans le vif du sujet, et vais présenter mes observations personnelles suivant le plan que j'ai cru devoir adopter.

Index bibliographique de la partie historique

1. E. BRETSCHNEIDER. — *On the Study and Value of Chinese Botanical Works*, with notes on the History of Plants and Geographical Botany from chinese sources, page 4. Péking, 17 décemb. 1870.
2. DU HALDE. — *Description de l'Empire de la Chine*. Tome I, p. 23. 1735.
3. A.-P. DE CANDOLLE. — *Botanique de la Chine Septentrionale* (Extrait de la Bibliothèque de Genève, p. 107, Janv. 1834).
4. *Bulletin Nouv. Archives du Muséum*, Paris 1867 (Extrait du Journal de voyage en Mongolie fait en 1866 par l'abbé Arm. David, p. 19-21-43).
5. VAN HOUTTE. — *Flore des Serres et des Jardins de l'Europe* (Lettre du R^a David à Decaisne). Tome XVIII, p. 123. Gand 1869-1870.
6. A. FRANCHET. — *Plantæ Davidianæ ex sinarum imperio* (Nouv. Arch. du Muséum, tome X, 2^e série, 1887-1888, tab. géogr. p. 133 et p. 179-183).
7. CARRIÈRE. — *Revue Horticole*, p. 291, 1872, et p. 142, 448, 449, 1873.
8. E. BRETSCHNEIDER. — *Botanicon Sinicum* (Notes on Chinese Botany from Native and Western Sources), t. II, p. 382, n° 550, et t. III, p. 491, 492, n° 326, Shanghai 1895.
9. DRAGENDORFF. — *Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten*, p. 409, Stuttgart 1898.
10. E. BRETSCHNEIDER. — *Botanicon Sinicum*, p. 61.
11. LAXMANN. — *Nov. Com. Acad. Petrop.* Vol. XVI, p. 561, t. 18, 1771.
12. D'INCARVILLE. — *Catalogue alphabétique des plantes et autres objets d'Histoire naturelle en usage en Chine*. (Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, tomes 3 et 4.)
13. FRANCHET. — *Les plantes du P. d'Incarville dans l'Herbier du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris* (*Bull. de la Soc. Bot. de France*, t. XXIX, p. 2-13, Paris 1882).
14. E. BRETSCHNEIDER. — *Early European Researches into the Flora of China*, p. 119, 120, 121, 1881.
15. L'HÉRITIER. — *Sertum Anglicum Plantæ Rariores*, p. 18 (tab. 19), 1788.
16. DUHAMEL. — *Traité des arbres et arbustes que l'on cultive en France* p. 165-167, 1801.
17. A.-L. DE JUSSIEU. — *Sur les caractères généraux des familles, tirés des graines et confirmés ou rectifiés par les observations de Gärtner* — 10^e mémoire — dans les Annales du Muséum d'Hist. Nat., an 1811, tome XVIII, p. 476.
18. J. CAMBESSEDES. — *Mémoire sur la Famille des Sapindacées*. (Extrait des Mémoires du Muséum d'Histoire Naturelle. Tome XVIII, texte p. 33, tab. I, p. 49), 1829.
19. AD. SCHNIZLEIN. — *Iconographia Familiarum Naturalium Regni vegetabilis*. Vol. IV. [Sapindacæ Juss. — [Endlicher Gen. Plant. Ordo 230] (t. 230) fig. 15-19]. (Bonn 1843-1870).
20. D. CLOS. — *Des caractères floraux du genre Kœlreuteria* (Toulouse, 20 nov. 1868).

21. PAYER (J.). — *Traité d'Organogénie comparée de la Fleur*. p. 151, pl. 33, Paris, 1857.
 22. BAILLON. — *Histoire des Plantes* (Monographie des Térébinthacées et des Sapindacées). XLIII, p. 343-428, Paris, 1874.
 23. BAILLON. — *Histoire des Plantes* (Genera, p. 420).
 24. Id. — *Histoire des Plantes* (p. 358 et Genera, p. 413).
 25. Id. — *Traité de Botanique médicale* (Organographie des Phanérogames). Tome I, p. 216-217, fig. 696-697, Paris 1883.
 26. RADLKOEFER. — *Über die Gliederung der Familien der Sapindaceen* (Sitzungsberichte der Königl. Bayer. Akademie der Wissenschaften zu München. Band XX. Jahrgang 1890, p. 105), Munich 1891.
 27. RADLKOEFER. — Id., p. 299.
 28. ENGLER et PRANTL. — *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, III, 5. (Sapindaceæ de L. Radlkofer, 1895) (p. 277, 295, 296, 352, 364), Leipzig, 1896.
 29. GODFRIN. — *Recherches sur l'Anatomie comparée des Cotylédons et de l'Albumen*. Thèse doctorat. Paris 1884.
 30. GUÉRIN. — *Développement de la Graine et en particulier du Tégument Seminal de quelques Sapindacées* (Journal de Botanique, t. XV, n^{os} 10 et 11, p. 349), Paris, 1901.
-

CHAPITRE II

A. — Morphologie externe et interne de la graine du *Xanthoceras sorbifolia*.

FIG. 1 à 10. — PLANCHE I.

Les graines polymorphes sont sphériques, subglobuleuses, ou plus allongées et tronquées, à facettes latérales reliées par des angles arrondis.

Leurs dimensions sont les suivantes : longueur 1 cent. 4; largeur 1 cent. 2.

Le tégument extérieur est noir ou marron foncé, brillant et comme vernissé. De petites veinules sillonnent longitudinalement sa face dorsale et lui donnent un aspect chagriné.

Il s'interrompt au niveau d'une large tache hilaire, cordiforme, blanc jaunâtre, bordée d'une marge rouge acajou. En une zone de cette marge, correspondant à la cavité sous-micropylaire, l'extrémité radiculaire de l'embryon campylotrope vient faire saillie.

Bien que paraissant très résistant et superficiellement imperméable à l'eau, le tégument externe se laisse assez facilement entamer par le couteau et se montre coloré par une substance brune virant sur le rouge au contact de l'humidité; son épaisseur est de 1 ^m/_m dans la région dorsale et atteint 2 ^m/_m environ au niveau de la chalaze. De ce plan s'épanouit un riche faisceau de nervures, qui parcourt la partie inférieure de sa face interne et se subdivise latéralement en nervures secondaires très fines et anastomosées.

Le tégument interne, de couleur brun roux, est très mince et porte sur sa surface une tache sinueuse, noire, superposée au réseau de nervures. Non directement en contact avec l'embryon, il en est séparé par une fine pellicule formée de quelques assises de nucelle non digérées, et facilement visibles, lorsque la graine a été mise à macérer quelques jours dans l'eau.

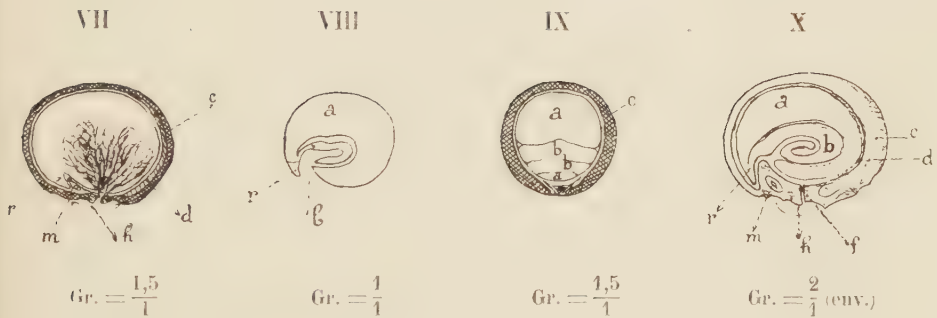
L'embryon de la graine est blanc jaunâtre: il se compose d'une masse cotylédonaire charnue comprenant un gros cotylédon longeant la voûte de la graine dans presque toute son étendue, très épais, sans nervure apparente, plan convexe et enserrant, dans son repli, le petit cotylédon, enroulé en spirale comprimée, dont l'épaisseur

atteint à peine $1^{\text{mm}},5$: le bourgeon gemmulaire à la base de ceux-ci est peu visible.

La radicule est dirigée un peu obliquement par rapport à l'axe des cotylédons ; elle est infère, courbée, légèrement aplatie, longue de $1^{\text{m}}/\text{m}$; large de $2^{\text{m}}/\text{m}$ environ au niveau du collet cotylédonaire. Elle se trouve logée dans une fossette formée par une proéminence intérieure du tégument externe.



Comard, del



I à VI. — Aspect extérieur des graines de *Xanthoceras sorbifolia*.

VII. — La partie extérieure du tégument externe a été enlevée pour montrer la nervation de sa partie profonde. — *h*, hile ; — *m*, cavité sous-micropylaire ; — *c*, tégument externe ; — *d*, tégument interne ; — *r*, radicule,

VIII. — Embryon sans les téguments. — *a*, gros cotylédon ; — *b*, petit cotylédon ; — *r*, radicule.

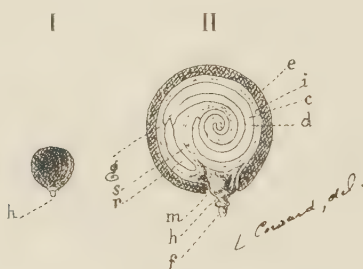
IX. — Coupe perpendiculaire à l'embryon montrant le volume occupé par chacune des parties. — *a*, gros cotylédon ; — *b*, petit cotylédon.

X. — Coupe longitudinale passant par l'axe de la radicule et ceux des cotylédons. — *c*, tégument externe ; — *d*, tégument interne. — *a* et *b*, les deux cotylédons ; — *h*, fente hilare confondue avec la chalaze, *f*, par où pénètrent les faisceaux de la nervation ; — *m*, cavité sous-micropylaire ; — *r*, radicule.

B. — Morphologie externe et interne de la graine du *Kœlreuteria paniculata*.

Les graines sont de la grosseur d'un pois, presque sphériques, un peu comprimées latéralement. Elles ont 6 ^m/_m de large, une égale hauteur et proviennent d'ovules campylotropes.

Le tégument externe sur lequel l'emplacement de la radicule se dessine, est noir brillant, grisâtre à l'intérieur. Son épaisseur est de 0^{mm}.5; sa consistance est cornée.



Kœlreuteria paniculata. — I. — Graine en grandeur naturelle.

II. — Coupe transversale de la graine (grossie 3 fois) :

e, tégument externe ; — *i*, tégument interne (représenté en pointillé) ; — *c*, et *d*, les deux cotylédons ; — *r*, radicule ; — *g*, gemmule ; — *s*, double lame de tégument interne qui va de l'extrémité de la radicule au centre de la spire ; — *m*, micropyle ; — *h*, hile ; — *f*, funicule.

Le tégument interne, de couleur brun roux, revêt la forme d'une fine pellicule ; extérieurement, il paraît écailleux et est parcouru par plusieurs réseaux de vaisseaux spiralés, communiquant avec un court raphé.

Il augmente d'épaisseur entre la radicule et la partie supérieure des cotylédons et fait corps, vers la base de l'embryon, avec le prolongement du funicule qui s'élargit, après avoir pénétré le tégument externe au niveau du hile

Entre cet empattement et le tégument externe se trouve engagée l'extrémité de la radicule, et il devient difficile de tirer l'embryon sans que celle-ci soit brisée.

L'embryon est jaunâtre, enveloppé d'une mince lame de nucelle.

Les cotylédons enroulés en spirale ont à peu près la même dimension ; appliqués l'un contre l'autre, ils sont épais, plan convexes, spatulés, sans nervures apparentes et sans pétioles ; ils deviennent très étroits à leur base.

Par suite de la position enveloppante du cotylédon extérieur, celui-ci se termine après un tour de spire à la hauteur de la gemmule.

La radicule est infère, assez longue, et courbée sur les cotylédons.

CHAPITRE III

Opérations chimiques pour la mise en évidence des substances saponiques contenues dans les graines du *Xanthoceras sorbifolia* et celle du *Kœlreuteria paniculata*.

1. — Généralités.

Les substances saponiques furent jusqu'à ce jour l'objet de nombreuses études. Certains auteurs signalèrent leur présence dans quelques espèces végétales ou dans différents organes de ces espèces.

D'autres, ayant abordé le problème dans le sens chimique, se sont appesantis sur les matières désignées sous le nom de *saponines*, qui, en réalité, comprennent des corps de propriétés physiques et chimiques dissemblables.

Ces études n'ont pas été étendues aux graines du *Kœlreuteria* et du *Xanthoceras* ; on a simplement mentionné les propriétés émulsives et aphrogènes que présente l'extrait aqueux de ces semences.

* * *

D'une manière générale, on a longtemps appelé *saponines* des substances amorphes, colorées ou non, d'origine végétale, dont la dissolution aqueuse possède un pouvoir émulsif et aphrogène souvent considérables. Ce pouvoir émulsif est la cause des propriétés détersives dont jouissent ces dissolutions ; en effet, ces dernières provoquent l'émulsion des matières grasses et des produits insolubles et, par cela même, facilitent leur enlèvement.

Les saponines sont plutôt blanches, amorphes, solubles dans l'eau et dans l'alcool faible : par exemple, l'alcool à 60° peut les dissoudre à froid, tandis que l'alcool à 85° les dissout à chaud, puis les abandonne presque complètement par refroidissement.

Elles sont ordinairement insolubles dans l'éther.

En solution dans l'eau, les saponines ne sont pas précipitées par les acides minéraux étendus et froids.

Elles forment des combinaisons avec la baryte en solution aqueuse saturée, et le précipité obtenu, insoluble dans l'eau de baryte et dans l'eau de chaux, est plus ou moins dissocié par l'eau pure.

Ces substances sont des *glucosides* ; l'hydrolyse par l'action prolongée des acides étendus à l'ébullition fournit, d'une part, un sucre, et d'autre part, un acide généralement insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dont les sels alcalins sont solubles dans l'eau.

Les matières saponiques jouissant de telles propriétés ont été désignées sous le nom de *saponines neutres*.¹

M. Masson (*) leur a donné le nom de *saponines vraies* pour les différencier des autres matières saponiques connues sous le nom de *saponines acides* et qu'il a appelées *saponoïdes*.

Les saponoïdes existent le plus souvent à l'état de sels alcalins dans les plantes, et, à cet état, ils sont solubles dans l'eau — moins solubles dans l'alcool étendu — insolubles dans l'alcool absolu — insolubles dans l'éther.

La dissolution aqueuse de ces sels alcalins jouit des propriétés émulsives et aphrogènes des saponines ; elle fournit avec les acides étendus et froids un précipité formé par un acide organique insoluble dans l'eau — plus, ou moins soluble dans l'alcool absolu — tantôt soluble, tantôt insoluble dans l'éther.

À l'état d'acides libres, ou de sels alcalins, les saponoïdes peuvent être diversement colorés.

La solution de l'acide libre dans l'alcool, traitée par la soude ou la potasse alcoolique, laisse précipiter le sel alcalin du saponoïde, sel qu'il est facile de filtrer et de laver à l'alcool, pour l'obtenir à l'état pur.

La solution aqueuse de ces sels alcalins précipite par l'eau de baryte ; le précipité est insoluble dans un excès de réactif, dans l'eau de chaux, dans l'alcool ; il est plus ou moins dissocié par l'eau pure.

Les saponoïdes sont donc des acides organiques, — insolubles dans l'eau — dont les sels alcalins, solubles dans l'eau, existent dans les plantes et jouissent des propriétés émulsives et aphrogènes des corps saponiques.

Les différences caractéristiques des saponines et des saponoïdes sont donc les suivantes :

Les saponines sont solubles dans l'eau — les saponoïdes sont solubles dans l'eau à l'état de sels alcalins seulement.

Les solutions aqueuses, traitées par un acide étendu et froid, restent inaltérées, s'il s'agit d'une saponine vraie ; dans le cas d'un saponoïde, il se forme un précipité constitué par un acide organique insoluble.



Je rappelle que le premier objet de mon travail était l'examen botanique des graines du *Xanthoceras* et du *Kælteuteria*. Dans celles-ci, la

(*) MASSON. — *Recherches sur quelques plantes à saponine* (Thèse. Doct. Un. Pharm.). Paris 1910.

présence supposée des matières saponiques m'a obligé à les rechercher, à les isoler chimiquement et à en définir les caractères, de façon à faciliter l'étude microchimique de la localisation.

J'ai donc été amené, non pas à approfondir toutes les propriétés de ces substances, mais surtout à les étudier qualitativement et je me suis attaché à résoudre les questions suivantes :

1° Les amandes et enveloppes de ces deux graines contiennent-elles des corps saponiques ?

2° Que sont ces corps ? des saponines vraies ou des saponoides ?

3° Les ayant isolés, quelles sont leurs propriétés générales ?

4° Quelle est leur localisation dans les graines ?

2. — Description des opérations.

Les graines peuvent contenir les substances suivantes : huile, saponine vraie, saponioïde, des hydrates de carbone, des mucilages et des matières extractives diverses.

Un premier traitement par un solvant approprié (éther de pétrole, par exemple) permet d'enlever l'huile.

Pour procéder à l'extraction des matières saponiques, il y a intérêt à choisir un liquide capable de les dissoudre et qui agira le moins possible sur les autres substances présentes dans les graines.

L'alcool à 60° bouillant réunit les qualités voulues pour cette extraction, car c'est un solvant à la fois des saponines et des saponoides ; un alcool plus concentré dissoudrait mal les saponines et les saponoides, tandis qu'un alcool faible entraînerait une partie des mucilages et des albuminoïdes.

D'après ce qui précède, les produits (amandes et coques) traités séparément, sont donc d'abord privés de leur huile par épuisement à l'éther de pétrole.

Les matières dégraissées sont ensuite mises à digérer dans de l'alcool à 60° bouillant pendant plusieurs heures.

Le liquide est filtré bouillant et le résidu sur filtre subit une nouvelle digestion.

Lorsque le liquide d'épuisement n'enlève plus rien aux matières, toutes les solutions alcooliques provenant d'un même produit sont réunies, l'alcool éliminé par distillation et le résidu évaporé à sec au bain-marie.

Ce résidu contient les corps saponiques (saponines et sels alcalins des saponoides) avec des hydrates de carbone, des matières extractives diverses entraînées par l'alcool.

Ce premier traitement a été fait sans difficulté pour les coques du *Xanthoceras* et du *Kœlreuteria* :

Le liquide alcoolique provenant des coques du *Xanthoceras* est rouge foncé; tandis que celui des coques du *Kæhreuteria* est brun.

L'extraction, par l'alcool à 60°, des substances contenues dans les amandes dégraissées du *Xanthoceras* a été relativement aisée; mais la filtration a été très lente.

Avec les amandes du *Kæhreuteria*, la filtration ordinaire a été impossible; l'alcool entraîne une matière mucilagineuse abondante qui vient boucher les pores du papier et arrête la filtration après quelques instants. Pour séparer le liquide alcoolique, il m'a fallu (dans ce cas) mettre le magma dans un nouet de toile fine et l'exprimer: le liquide ainsi obtenu est très trouble et une quantité assez considérable de produits en suspension vient augmenter l'importance du résidu après évaporation de l'alcool.

Traitement du résidu sec d'extraction par l'alcool à 60°.

Le résidu sec, provenant de l'évaporation des liquides alcooliques de chaque partie à l'étude, a d'abord été mis en digestion avec de l'eau; ensuite chauffé au bain-marie jusqu'à dissolution, puis laissé refroidir complètement.

Dans ce liquide, j'ai ensuite ajouté, par petites quantités, une solution très étendue et froide d'acide sulfurique, jusqu'à franche acidité. Il s'est produit, pour chaque liqueur, un précipité pouvant être formé du saponioïde, s'il y en a, accompagné d'impuretés diverses.

Donc, après filtration et lavage à l'eau distillée, j'ai eu :

— 4 précipités susceptibles de contenir les saponioïdes des coques et des amandes du *Xanthoceras* et du *Kæhreuteria* :

— 4 liqueurs acides renfermant des matières extractives autres que les saponioïdes; c'est dans ces liqueurs que l'on doit découvrir la saponine, s'il s'en trouve.

Traitement des liqueurs acides; recherche des saponines vraies.

Ces liqueurs ont d'abord été mises en présence de carbonate de baryte employé en excès jusqu'à réaction neutre.

Après filtration, on obtient un liquide moins coloré qu'avant ce traitement, et un précipité constitué par le carbonate de baryte en excès et le sulfate de baryte formé.

Cette liqueur neutre a été portée à l'ébullition avec du noir animal, filtrée et évaporée à sec.

Ce résidu peut renfermer : des saponines, des hydrates de carbone, des matières colorantes et des matières extractives diverses.

Le tableau suivant rend compte de la solubilité de ces substances dans l'eau et dans l'alcool à différents degrés de concentration :

SUBSTANCES EN PRÉSENCE				
SOLVANTS	Saponines.	Hydrates de carbone (sucres).	Matières colorantes.	Matières extractives diverses.
Eau.	solubles	solubles.	solubles.	solubles.
Alcool à 95°-96° . .	insolubles	peu solubles. . .	plus ou moins solubles. . .	presque insolubles.
Alcool à 85° (bouillant)	solubles à l'ébullition — se déposent à peu près complètement par refroidissement.	un peu solubles	solubles	plus ou moins solubles.
Alcool à 75°-80° . . . (bouillant)				
	solubles, ne se déposent pas complètement par refroidissement.	un peu solubles	solubles.	un peu solubles.

J'ai donc avantage, si le résidu sec contient de la saponine en quantité appréciable, à l'épuiser par l'alcool à 85° bouillant qui dissout la saponine et la laisse déposer par refroidissement.

Dans les quatre cas : le résidu, brun, amorphe, plus ou moins visqueux, a été soumis à ce traitement ; ensuite les liqueurs alcooliques, filtrées à chaud, ont subi un refroidissement prolongé de plusieurs heures. Dans ces conditions, il ne s'est formé aucun précipité et ce fait semble montrer l'absence de saponines vraies en quantités sensibles.

Pour vérifier cette absence de saponine vraie, après avoir évaporé à sec les liquides alcooliques, j'ai repris les résidus par de l'eau, dans laquelle j'ai mis également en digestion les matières qui n'étaient pas entrées en dissolution dans l'alcool à 85°. J'ai ajouté à ce liquide un excès d'eau de baryte saturée.

Après dépôt, pendant douze heures, j'ai filtré et lavé le précipité sur filtre avec de l'eau de baryte : s'il y avait des traces de saponine dans les produits d'extraction, ces saponines devraient se trouver sous forme de combinaison barytique dans ce précipité.

Le précipité barytique a été mis en suspension dans de l'eau et soumis à un courant d'acide carbonique. Le carbonate de baryte formé a été éliminé par filtration, et la liqueur évaporée à sec : je n'ai pas obtenu, de cette façon, de produit saponique.

Donc, les amandes et les coques des graines du *Xanthoceras* et celles du *Kœlreuteria* ne contiennent pas de saponines vraies.

Traitement du précipité pouvant contenir les saponoides.

Rappelons l'origine de chaque matière :

Évaporation à sec des liquides alcooliques d'extraction ; reprise par l'eau des résidus secs ; précipitation des liqueurs par So^4H^2 étendu.

Le précipité peut être formé par les saponoides impurs ; il contient, en outre, les substances en suspension qui avaient été entraînées pendant la filtration des liqueurs alcooliques à 60°.

— J'ai traité chaque précipité par une solution aqueuse faible de soude caustique.

Après filtration, j'ai obtenu des liqueurs claires pouvant contenir des saponoides à l'état de sel de soude.

Ces liqueurs ont été rendues légèrement acides par de l'acide sulfurique étendu, et chacune d'elles a fourni un précipité. Celui-ci a été filtré, puis lavé à l'eau distillée, jusqu'à ce que le liquide qui passait soit neutre et incolore.

J'ai fait une nouvelle dissolution de ce produit dans l'eau rendue alcaline par de la soude caustique ; nouvelle précipitation des liquides clairs par l'acide sulfurique étendu ; filtration et lavage sur filtre à l'eau distillée comme précédemment.

Les quatre précipités ont été inis à sécher à basse température. Après broyage, ils apparaissent ainsi :

Coques du Xanthoceras. — Le précipité, à caractère acide, est rouge foncé et les liqueurs aqueuses résultant du traitement de cet acide par la soude sont également rouge foncé. L'acide libre précipité est floconneux ; sa filtration est aisée ; il se lave facilement à l'eau froide et à l'eau chaude. Après dessiccation et broyage, il se présente sous l'aspect d'une poudre rouge très foncée.

Amandes du Xanthoceras. — La solution sodique du précipité est brun clair. Traitée par l'acide sulfurique étendu, on obtient un précipité blanc sale qui brunit légèrement sur le filtre pendant les lavages. La filtration est facile. Après dessiccation et broyage, il se présente sous l'aspect d'une poudre brun très clair.

Coques du Kœlreuteria. — La solution sodique du précipité est brune ; l'acide libéré de cette solution, au moyen des acides étendus en excès, est floconneux, assez gélatineux ; sa filtration est pénible. Après dessiccation et broyage, il constitue une poudre brune.

Amandes du Kœlreuteria. — La solution sodique du précipité est brune ; l'acide libre est brun, moins foncé que celui des coques. La filtration est facile. Ce corps amorphe, après dessiccation et broyage, paraît brun clair.

En résumé, le traitement chimique des amandes et des coques du *Xanthoceras* et du *Kœlreuteria* m'a montré l'absence de saponines vraies dans ces matières. Mais, j'ai pu isoler de chacune de celles-ci une substance acide dont les propriétés sont les suivantes :

a) *Propriétés du précipité fourni par les coques du Xanthoceras.*

A l'état d'acide libre, il constitue une poudre rouge foncé, amorphe, insoluble dans l'eau — insoluble dans l'eau acidulée — soluble dans l'alcool absolu, surtout à l'ébullition — un peu soluble dans l'alcool fort (95°-96°) bouillant.

Ces solutions alcooliques sont rouge-orangé. La solubilité dans l'alcool froid est beaucoup plus faible, et la majeure partie de la substance, dissoute à chaud, se sépare par refroidissement sous la forme de flocons d'acide libre rouge, amorphe.

Ce corps est insoluble dans l'éther, dans l'acide acétique anhydre, dans la benzine, le chloroforme et dans les solvants organiques, sauf l'alcool, comme je l'ai énoncé plus haut. Il n'est pas soluble dans l'ammoniaque étendue.

La solution alcoolique de l'acide libre, additionnée d'une dissolution de soude caustique dans l'alcool, fournit un précipité rouge orangé, constitué par le sel de soude de l'acide, insoluble dans l'alcool.

Ce précipité étant filtré, lavé à l'alcool fort, puis séché, livre le sel de soude dans un grand état de pureté. La solution aqueuse de ce sel précipite par l'eau de baryte.

Lorsqu'on met l'acide libre en contact avec un sel ferrique, il prend peu à peu une coloration noire violacée, identique à celle que donnent certains tannins.

Cependant, le précipité fourni par les coques du *Xanthoceras* n'a pas les solubilités des tannins proprement dits ; d'autre part, il possède les caractères généraux des saponoides, soit :

— pouvoir émulsif et aphrogène des solutions aqueuses de ses sels alcalins — et, propriétés d'un acide organique insoluble dans l'eau et soluble dans les solutions alcalines.

A ce sujet, je rappelle qu'on a trouvé, dans certains végétaux, des combinaisons de tannins avec des matières saponoidiques ou glucosidiques, et les caractères que je signale pour la matière extraite des coques du *Xanthoceras* peuvent faire songer à une telle constitution.

b) *Propriétés du saponuide des amandes du Xanthoceras.*

L'acide libre constitue une poudre jaunâtre, amorphe, insoluble dans l'eau — soluble dans l'alcool absolu, surtout à l'ébullition — un peu soluble dans l'alcool fort (95°-96°) et bouillant. La majeure partie de la matière dissoute à chaud dans l'alcool se dépose par refroidissement.

Cet acide est insoluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'acide acétique anhydre et dans les solvants organiques, sauf l'alcool.

La dissolution de l'acide libre dans l'alcool, additionnée d'une solution alcoolique de soude caustique, laisse déposer des flocons blanchâtres produits par le sel de soude du saponöide insoluble dans l'alcool concentré.

Ce sel étant filtré, lavé à l'alcool et séché, se montre sous la forme d'une masse amorphe, blanc sale, soluble dans l'eau; cette dissolution possède la propriété de mousser abondamment lorsqu'on l'agite, et d'émulsionner les liquides insolubles dans l'eau, les huiles, par exemple.

Elle a donc tous les caractères d'un saponöide.

La dissolution aqueuse du sel de soude du saponöide, mise en présence de l'eau de baryte, donne un précipité floconneux, blanc, lourd; elle précipite également par le tannin. J'ai utilisé cette dernière propriété pour la recherche microchimique du saponöide dans l'amande de cette graine.

Le saponöide ne donne pas de réaction spéciale avec le perchlorure de fer. Mis en contact avec l'acide sulfurique concentré, il donne une coloration jaune brunâtre, virant peu à peu au rouge orangé; si l'on ajoute quelques gouttes d'alcool, en même temps que l'acide sulfurique, cette mixture, après quelques heures, prend une teinte rouge violacé stable.

c) Propriété du précipité provenant des amandes du Kæltreuteria.

L'acide libre est brun clair, insoluble dans l'eau, — soluble dans l'alcool absolu, surtout chaud, — insoluble dans l'éther et dans les autres solvants organiques.

Sa dissolution alcoolique donne, avec une dissolution de soude ou de potasse dans l'alcool, un précipité floconneux brun clair de sel alcalin. Ce sel est soluble dans l'eau et cette solution aqueuse précipite par l'eau de baryte et par le tannin.

Remarques. — Les amandes du *Kæltreuteria*, utilisées pour le traitement chimique, n'ont pu être privées du tégument interne; néanmoins j'ai constaté les faits suivants :

— Le tégument interne, séparé de l'amande, fournit, lorsqu'on le met en digestion dans de l'eau légèrement alcalinisée par la soude caustique, une solution possédant un pouvoir aphrogène marqué.

Cette solution concentrée par évaporation, puis mise en présence d'acide sulfurique à 66° B., prend une coloration violet clair.

Microchimiquement, j'ai observé des cellules saponöïdiques, particulièrement dans la partie moyenne du tégument interne.

J'ai obtenu également les réactions des saponöides avec les amandes.

En conséquence, je crois pouvoir avancer que le saponöide isolé est contenu à la fois dans ce tégument et dans l'amande.

d) *Propriétés du précipité provenant des enveloppes externes
du Kæhreuteria.*

L'acide libre est brun, insoluble dans l'eau, dans l'éther, la benzine, le chloroforme et l'acide acétique.

Il est soluble dans l'alcool absolu, surtout à chaud, et sa dissolution est brunâtre. Elle fournit, avec la potasse et la soude en solution dans l'alcool, un précipité jaune brun, en flocons, constitué par le sel alcalin de l'acide libre.

La solution aqueuse de ce sel alcalin précipite par l'eau de baryte et par le tannin.

Résumé.

Les amandes et les enveloppes des graines du *Xanthoceras sorbifolia* et du *Kæhreuteria paniculata* renferment un principe donnant, avec l'eau alcaline, une solution aphrogène et émulsive, et présentant les caractères généraux des substances désignées par M. Masson sous le nom de *saponoïdes*.

Ces saponoides isolés à l'état d'acide libre sont : rouge foncé pour les coques du *Xanthoceras* — brun très clair pour les amandes — brun clair pour les amandes du *Kæhreuteria* — brun pour les coques.

Les acides libres sont tous insolubles dans l'eau et dans l'éther et solubles dans l'alcool absolu chaud.

Les sels alcalins sont au contraire solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool absolu.

La matière isolée des coques du *Xanthoceras* prend une coloration noire avec le perchlorure de fer, sans toutefois présenter les caractères de tannins vrais. Elle possède, d'autre part, les propriétés des saponoides et peut être le résultat d'une combinaison dans laquelle entre le tannin. On a signalé des combinaisons semblables dans certains végétaux où un tannin se rencontre associé avec une substance glucosidique ou saponoidique ou alcaloidique.

Bien que le traitement précédent ait été fait seulement au point de vue qualitatif, j'ai remarqué que le saponuide était abondant dans chaque partie des graines : les enveloppes du *Xanthoceras* en sont particulièrement riches — puis viennent par ordre de teneur décroissante : les amandes du *Kæhreuteria* — les amandes du *Xanthocercs* — le tégument externe du *Kæhreuteria*.

Les propriétés que j'ai constatées sur les produits isolés me permettent de penser que la méthode suivante donnerait de bons résultats pour leur extraction :

— Épuisement des produits à traiter (coques ou amandes) par l'eau bouillante légèrement alcalinisée par de la soude caustique (alcalinisation ayant pour but d'éviter la dissociation partielle du sel alcalin du saponöide, si l'eau était employée pure).

— Décantation des liqueurs obtenues, après un repos suffisant : filtration si possible.

— Acidification des liquides par une solution étendue et froide d'acide sulfurique jusqu'à précipitation complète de l'acide libre du saponöide ; filtration et lavage sur filtré du précipité constitué par le saponöide brut.

Purification. — Dissolution du précipité brut dans une solution faible de potasse ou de soude ; filtration s'il y a lieu.

— Précipitation du liquide par l'acide sulfurique étendu et froid ; filtration du précipité, lavage et dessiccation.

— Dissolution de ce précipité dans l'alcool absolu bouillant et addition, à cette liqueur, d'une solution de soude ou de potasse alcoolique.

Le sel alcalin du saponöide, insoluble dans l'alcool, se précipite : filtration et lavages à l'alcool du précipité. Pour en isoler le saponöide pur à l'état d'acide libre, il suffirait alors de traiter une solution aqueuse de ce sel alcalin par un acide minéral étendu et froid.

CHAPITRE IV

Histologie et contenu cellulaire des cotylédons de l'embryon du *Xanthoceras sorbifolia*.

Études microchimiques en vue de localiser le saponoside
dans les cellules de l'amande.

1^o Histologie des Cotylédons.

Épiderme. — L'épiderme est constitué par de petites cellules polyédriques, irrégulières; à parois tangentielles voûtées, et plus allongées à la face supérieure du cotylédon; à parois radiales un peu plus épaisses et légèrement ondulées.

Parenchyme. — Malgré l'inégalité de volume des cotylédons, le parenchyme de ceux-ci ne comprend que des cellules homogènes, à parois minces, aux angles arrondis. Elles deviennent de plus en plus globuleuses en s'approchant du centre de l'organe et laissent entre elles de très grands méats.

Le gros cotylédon est plus exposé aux influences extérieures par sa position dans l'embryon; aussi, son assise sous-jacente à l'épiderme supérieur (c'est-à-dire à la face correspondante à la partie inférieure de la feuille cotylédonnaire, si celle-ci pouvait s'épanouir) se trouve consolidée par des éléments plus petits, serrés, à parois plus allongées verticalement.

La surface de séparation des deux cotylédons n'est pas plane; la saillie médiane du petit cotylédon s'emboîte dans une partie concave qui lui est juxtaposée à la face supérieure du gros.

Nervation. — La nervation est la même dans les deux cotylédons.

Les nervures y sont disposées suivant une surface courbe et, pour les mettre à jour, il est nécessaire de mener des coupes suivant différents plans; d'abord perpendiculairement à la périphérie de l'organe, puis parallèlement.

Une coupe verticale dans la base du limbe cotylédonnaire laisse voir trois faisceaux: un médian très gros et deux autres plus petits, latéralement placés et symétriques (fig. C). Un peu plus haut, le faisceau

médian (fig. B) donne naissance à quelques nervures ébauchées dont la structure peut facilement se lire. Chacune de celles-ci comprend :

Un endoderme de cellules allongées ;

Des éléments libériens tenus séparés de quelques éléments ligneux par plusieurs assises de cellules superposées, qui, avec leurs cloisons tangentielles, rappellent des cellules génératrices.

Les éléments ligneux se montrent formés en coupe longitudinale de vaisseaux annelés. Ils se colorent faiblement par le vert d'iode, mais leurs ornements se trahissent mieux avec le brun Bismark.



Xanthoceras sorbifolia. — Disposition des nervures à la base du gros cotylédon.

A-B-C. Coupes transversales menées dans la partie inférieure du limbe cotylédonaire.

Des coupes horizontales faites dans le gros cotylédon, près de son insertion, font apparaître la plus grosse nervure ; celle-ci traverse le cotylédon dans toute sa longueur, à un niveau un peu supérieur à l'échancrure (*d*) ; ensuite on découvre plus profondément les premières branches latérales issues de ce tronçon, enfin les nervures obliques qui complètent l'arrangement en éventail.

Ce dispositif, en section transversale, est un ∇ largement ouvert, où le plus gros vaisseau serait voisin du sommet de l'échancrure. En dehors de ceux-ci, on rencontre encore, dans la partie haute de ce plan vertical, de petits faisceaux éparpillés provenant des subdivisions de nervures (fig. A).

En somme, la nervation est palmée, peu riche en ramifications, et celles-ci se terminent librement dans les cellules. (Coloration par le tannin et le perchlorure de fer.)

Corps protoplasmique. — Il est constitué par un réseau de petites mailles polygonales, irrégulières, qui englobe dans sa masse le noyau mêlé à des matières de diverses natures.

Dans certaines cellules, le noyau devient visible à la périphérie de la trame, il est alors petit et renferme un nucléole brillant.

Une coupe fixée par l'acide acétique et teintée au carmin aluné vingt-quatre heures, rend le détail du réseau avec le nucléole coloré en rose. Le nucléole retient également le bleu polychrome lorsqu'on a fixé au préalable les éléments cellulaires par l'alcool à 90° pendant quelques semaines.

Contenu cellulaire de l'embryon.

Première série d'expériences.

Les coupes ont été mises à macérer pendant quelques jours dans l'eau distillée, puis traitées par les réactifs ci-dessous pour mettre en évidence les éléments du contenu cellulaire.

a) *Eau iodée.* — Dans toutes les cellules du parenchyme des deux cotylédons, de petits granules ronds deviennent apparents en prenant une coloration bleue et révèlent ainsi la présence de l'amidon.

b) *Acide osmique à 1 0/0.* — Les coupes noircissent; — décolorées ensuite par le xylol et montées dans le baume : les cellules de l'embryon montrent de nombreuses gouttelettes plus réfringentes à contour plus sombre; celles-ci contiennent dans leur masse de petits corpuscules.

c) *Acide chlorhydrique.* — Les gouttelettes se colorent en jaune, nuance qui s'accroît au contact des vapeurs d'iode (1).

d) *Solution alcoolique faible de cyanine.* — Après montage dans la glycérine, les coupes abandonnent de la matière colorante et de nombreux sphérules bleus restent seuls teintés dans toutes les cellules.

A la suite de ces essais, on peut avancer que l'amidon et l'huile entrent pour une proportion importante dans le contenu des cellules.

e) *Perchlorure de fer à différentes concentrations.* — Son action sur les coupes a été d'autant plus prolongée que la concentration du réactif était plus faible, mais les résultats restèrent négatifs : les deux cotylédons de l'embryon sont dépourvus de tannin.

(1) Eug. MESNARD. — Recherches sur la formation des Huiles grasses et des Huiles essentielles dans les Végétaux. — Thèse F. S., Paris, 1894. (*Ann. Sc. Nat. Bot.*) XVIII, 17, p. 265.

Deuxième série d'expériences.

Réactifs caractéristiques des albuminoïdes (1).

Les coupes ont d'abord séjourné dans l'alcool, puis, pendant quelques heures, dans l'éther pour les priver d'huile.

f) Iodure de potassium iodé. — Les albuminoïdes se colorent en brun jaunâtre; si, avant de faire intervenir le réactif, on met les coupes pendant un certain temps dans l'acide acétique étendu, une partie des albuminoïdes disparaît et les cellules qui en contiennent encore apparaissent en jaune clair.

g) Éosine. — La coupe laissée dans une solution aqueuse pendant une demi-heure, se colore en rouge; ensuite, montée dans la glycérine, elle montre la trame albuminoïdique composée d'une quantité de cavités inégales où se logeaient les gouttelettes d'huile.

h) Acide chlorhydrique. — Le parenchyme de l'embryon soumis aux vapeurs de l'acide prend une teinte rose, virant au violet après un contact assez long.

i) Réactif de Millon. — Une solution de ce réactif donne une coloration rouge brun à la masse protoplasmique. Certaines cellules encore intactes ayant, sur une partie de la préparation, été touchées par l'acide azotique ont pris une teinte jaune provenant de la formation de xanthoprotéine.

j) Réaction d'Adamkiewicz. — Un mélange, à parties égales, d'acide sulfurique concentré et d'acide acétique glacial communique à la coupe une coloration rose vif devenant violette après quelques heures. L'huile, par ce procédé, se colore en rose.

k) Réaction du biuret. — La coupe prend une couleur mauve pâle, qui passe au violet si l'on fait intervenir l'iodure de potassium.

Recherches sur la localisation du saponioïde dans l'amande.

Dans les végétaux, la localisation des composés saponiques (2) est difficile avec les réactifs microchimiques connus. Ceux-ci donnent quelquefois, avec d'autres produits, des colorations pouvant être con-

(1) A. DE WÈYRE. — Technique microchimique des Albuminoïdes. (Extrait du *Bull. d. l. Soc. belge de Microscopie*, tome XX, 1894.)

(2) R. COMBES. — Plantes à saponine. [Manuscrit déposé à l'École de Pharm. de Paris. (Prix Menier, 1906.)]

fondues avec celles des principes à mettre en évidence et, par suite, rendent l'électivité peu précise.

De plus, les réactifs acides détériorent facilement les coupes avant le développement de la réaction colorée cherchée.

Cependant, des méthodes particulières ont pu être appliquées à des glucosides ayant une constitution chimique assez voisine. La réaction de Sonnenschein nous en fournit un exemple. Elle fut employée pour la recherche de l'*esculine*, par M. Goris, et étendue, par cet auteur, à la localisation de la *frazine* et de la *fustine* (1).

Comme on le verra plus loin dans le corps de l'ouvrage, j'ai essayé ce réactif.

D'autre part, les essais chimiques m'ont permis d'affirmer la présence, dans l'amande du *Xanthoceras*, d'un composé saponique appartenant au groupe des saponines acides; des saponoides, suivant M. Masson (2).

Je rappelle que ces composés se trouvent dans le végétal sous la forme de sel alcalin soluble dans l'eau; cette solution aqueuse précipite par les acides étendus, par suite de la mise en liberté de l'acide libre du saponuide.

Ce saponuide est susceptible de se combiner au tannin et la combinaison est insoluble; il donne également un sel insoluble avec la baryte.

Avant d'utiliser ces remarques pour localiser le saponuide dans l'amande, j'ai tout d'abord emprunté le procédé Kobert modifié par M. Combes.

Procédé Kobert, modifié par M. Combes.

Ce procédé consiste en l'insolubilisation du produit saponique par transformation en un composé plombique; l'intervention, sur la coupe, de l'acide sulfurique donne un sulfate de plomb, et le saponique mis en liberté prend une coloration rose facilement décelable à faible grossissement.

Variante. — Les coupes traitées par l'acétate neutre ou l'acétate basique de plomb, lavées à l'eau bouillie, puis soumises à l'action d'une dissolution faible de sulfure de sodium, présentent, dans les cellules, un précipité noir dû au sulfure de plomb; ce composé est formé grâce au sel de plomb combiné au saponuide.

Un premier contrôle de ces essais préliminaires a été fait en suivant la méthode ingénieuse, plus récente, imaginée par M. Combes.

(1) A. Goris. — Recherches microchimiques sur quelques glucosides et quelques tannins végétaux. (Th. F. S., Paris, 1903, p. 33, 87, 92.)

(2) G. Masson. — Recherches sur quelques plantes à saponines. (Th. doct. Un. Paris. Pharm., 1910.)

Emploi de la méthode barytique de M. Combes (1).

Par ce procédé on obtient, avec la baryte saturée, en présence des composés saponiques, une combinaison barytique gélatineuse insoluble dans l'eau de chaux. On se sert de ce dernier agent pour éliminer par de nombreux lavages l'excès de baryte. — Ensuite, on traite la coupe par une solution de bichromate de potassium qui agit sur la baryte fixée par le saponique en donnant du chromate de baryum jaune insoluble.

Application à l'amande du *Xanthoceras sorbifolia* :

- A {
 - 1° Macération de la coupe dans l'eau de baryte saturée (à l'abri de l'air, 18 à 32 heures);
 - 2° Trois lavages de 10 minutes dans l'eau de baryte (toujours à l'abri de l'air pour éviter la carbonatation de la baryte);
 - 3° Trois lavages à l'eau de chaux;
 - 4° Passage au bichromate pendant vingt-cinq minutes;
 - 5° Plusieurs lavages à l'eau; passages dans des alcools de plus en plus concentrés; xylol et montage au baume. (La coupe doit présenter une certaine épaisseur de cellules.)

Dans ces conditions, toutes les cellules de l'amande contiennent un précipité jaune, granuleux, peu coloré, marquant la présence du saponide.

Addition à la méthode de M. Combes.

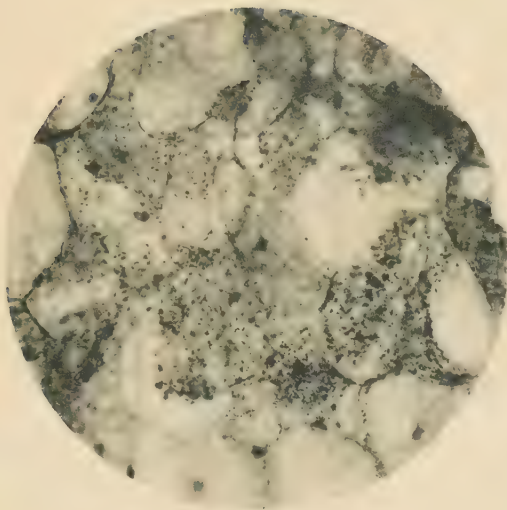
La couleur pâle du précipité de chromate de baryum laisse quelquefois une certaine imprécision dans la localisation. J'ai eu l'idée de le mettre franchement en évidence en le transformant en chromate d'argent. A cet effet, les coupes traitées, comme il vient d'être dit, sont passées dans une solution faible de nitrate d'argent, puis lavées à l'eau distillée. Le chromate d'argent se substitue au chromate de baryum; la teinte rouge brique de ce sel apparait alors nettement et rend la localisation très facile.

Application à l'amande du *Xanthoceras sorbifolia*.

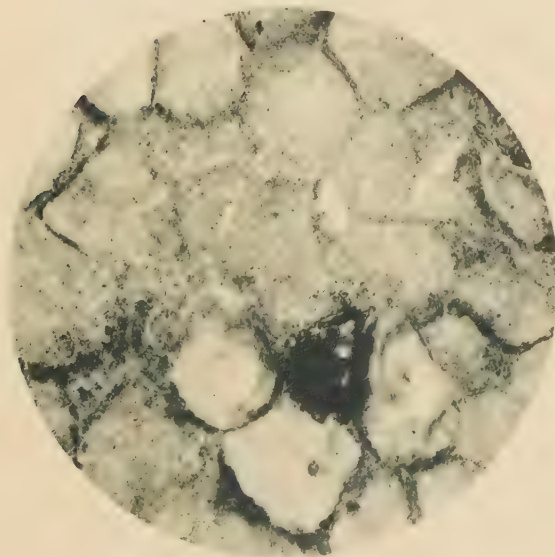
Surcoloration au nitrate d'argent à $\frac{1}{200}$, agissant :

- B {
 - 1° Sur une coupe non dégraissée,
 - 2° Sur une coupe dégraissée, } traitées, au préalable, par le procédé barytique de M. Combes.

(1) R. COMBES. — Sur une Méthode générale de Recherches microchimiques et son application à l'Étude de la Répartition des Saponines dans les Végétaux. (30 déc. 1907.)



XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 1)
Aspect du saponioïde dans les cellules de l'amande.
(Procédé barytique, surcoloration au Bleu Unna)
Gr. = 950 d



XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 2) Cellules à saponioïde dans l'amande.
(Intervention d'une solution acide de tannin provoquant la combinaison du saponioïde
mis en liberté et surcoloration par le perchlorure de fer)

Gr. = 950 d

J'ai appliqué ce procédé suivant les détails ci-dessous (Planche II, fig. 2, et Planche III, fig. 4) :

1° Sur une lame de verre, fixer, avec de l'alcool à 96°, une coupe mince ;

2° Dégraisser la coupe en la portant plusieurs heures dans l'éther, ensuite la sortir du solvant et laisser évaporer celui-ci ;

3° Faire agir sur la coupe une solution d'acide chlorhydrique à 10 0/0 ou mieux d'acide acétique que l'on aura mélangé à l'avance avec une solution étendue de tannin ;

4° Après plusieurs lavages à l'eau ; surcoloration par le perchlorure de fer ou intervention des solutions aqueuses de couleurs basiques d'aniline (fuchsine, violet de méthyle, vert malachite), qui se combinent avec le tannin fixé en formant des composés colorés intensivement ;

5° Laver l'excès de colorant et laisser sécher la coupe ;

6° Passage au benzol pour enlever les dernières traces d'huile et montage au baume.

Les cellules saponoidiques contiennent un dépôt à aspect moutonné.

Résumé.

L'embryon du *Xanthoceras sorbifolia*, se compose de deux cotylédons d'inégale grosseur.

Ils sont enveloppés d'un épiderme composé d'éléments irréguliers et plissés.

Leur parenchyme est constitué de grandes cellules homogènes, à méats, et est pénétré par les faisceaux libéro-ligneux ébauchés. Dans ceux-ci on reconnaît déjà le liber et quelques éléments annelés.

Les nervures sont disposées suivant le mode palmé et les nervioles se terminent librement dans les cellules.

L'intérieur des cellules est limité par une trame protoplasmique à la surface de laquelle paraît le noyau ; après fixation, celui-ci s'est montré sensible au carmin aluné, au brun Bismark et au bleu polychrome.

Les cavités de la trame chargées en albuminoïdes sont comblées par des gouttelettes d'huile qui renferment de petits corpuscules. D'autres éléments complètent le contenu cellulaire : ce sont les granules amylacés et la substance saponique.

— Les substances saponiques sont, comme dans les recherches antérieures, difficiles à caractériser par les réactifs ordinaires : acide sulfurique, acide azotique, acétates de plomb, perchlorure de fer, réactif de Millon.

— Le procédé plus récent de M. Combes m'a permis d'affirmer une localisation, surtout lorsque j'ai pu rendre la coloration que peut donner ce procédé beaucoup plus sensible, en transformant les granules de

chromate de baryte jaune pâle en chromate d'argent rouge brun, par une surcoloration au nitrate d'argent à 1/200.

— En utilisant le bleu polychrome (bleu de méthylène impur) pour surcolorer des coupes traitées par le procédé barytique de M. Combes, j'ai obtenu des teintes avantageuses pour la mise en évidence du précipité de chromate de baryum qui se détachent davantage des albuminoïdes colorées en jaune et des parois cellulaires teintées en bleu.

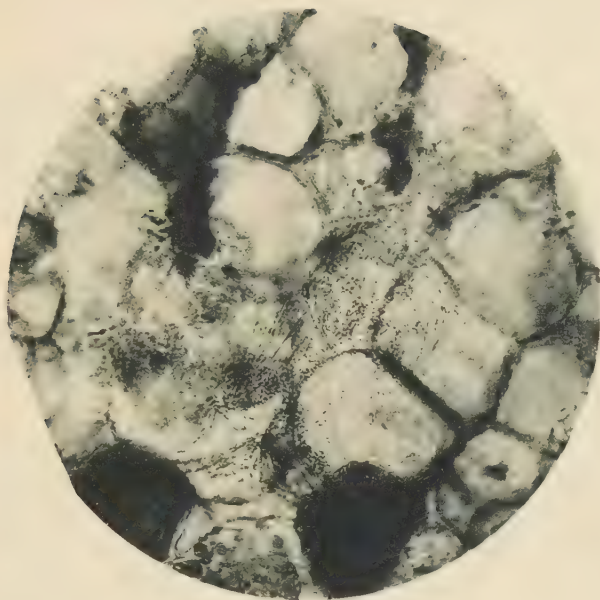
La combinaison barytique du saponnoïde paraît insoluble dans l'eau distillée.

— La propriété des saponnoïdes de donner une combinaison insoluble avec les tannins m'a permis de les localiser en opérant ainsi :

a) Formation de la combinaison saponnoïdo-tannin, en traitant les coupes par une solution tannique légèrement acide (après avoir constaté, par les réactifs ordinaires, l'absence des tannins dans les cellules d'une coupe non traitée);

b) Mise en évidence de cette combinaison par la coloration qu'elle prend sous l'influence du perchlorure de fer ou des couleurs basiques d'aniline.

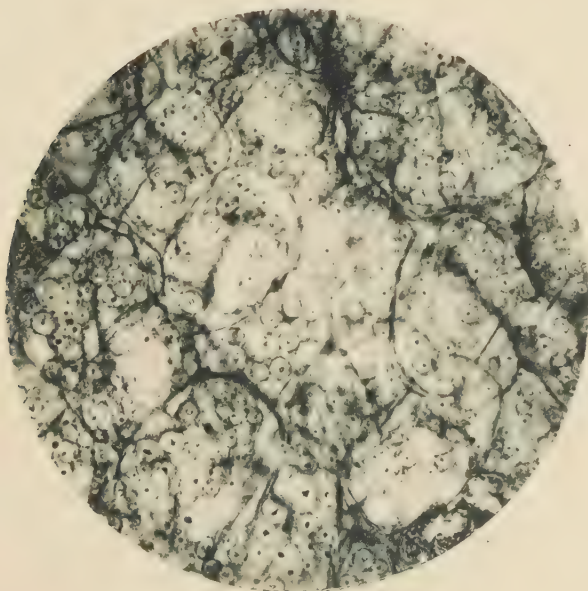
— Cela étant, on observe, dans les cellules de l'amande du *Xanthoceras sorbifolia*, un dépôt se rapportant au saponnoïde, amorphe, irrégulier, marqué de mouchetures et mêlé de granulations.



XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 1)

Cellules contenant le saponoside, mis en évidence par le tannin et le perchlorure de fer.
(préparation analogue à celle de la planche 2)

Gr. = 950 d



KÆLREUTERIA PANICULATA (fig. 2)

Position et forme des grains d'amidon dans les cellules de l'amande.

Gr. = 950 d

B. = Histologie et contenu cellulaire des cotylédons de l'embryon du *Kœlreuteria paniculata*.

Études microchimiques en vue de localiser le saponoside
dans les cellules de l'amande.

1° Histologie des cotylédons.

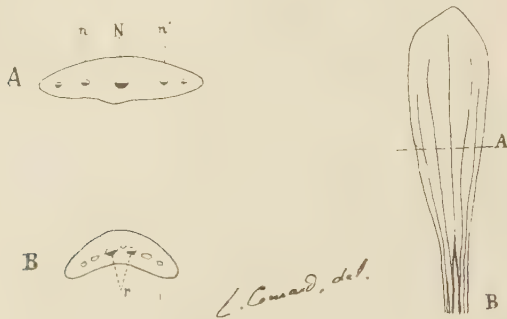
Épiderme. — L'épiderme est constitué par des petits polyèdres de forme assez variable mais de même hauteur; leur paroi supérieure est cintrée et parallèle à la plus grande courbure de la spire. Ils sont orientés transversalement en files régulières, et ont l'aspect de rectangles allongés, à contours légèrement ondulés; cependant, observés avec soin on y reconnaît six côtés inégalement développés. Sur les faces de contact des deux cotylédons, ces éléments sont un peu plus volumineux et ils laissent de petits méats entre eux et le parenchyme sous-jacent.

Parenchyme. — Le parenchyme contre l'épiderme supérieur du cotylédon (intérieur de la spire) comprend quelques assises d'éléments irrégulièrement disposés en palissade. A un niveau plus profond, les cellules conservent une forme polyédrique, allongée, augmentent un peu de volume et arrondissent leurs angles en laissant des petits méats. Elles ne forment pas de files continues dans le sens radial, mais leur plus grande surface de contact reste généralement perpendiculaire à la périphérie de l'organe. Ces cellules ont des dimensions moindres autour des faisceaux de nervures. Inférieurement à ceux-ci, se trouve la partie la plus étendue du parenchyme; on y voit des éléments de différentes tailles, à parois minces, disposés sans ordre; puis en se rapprochant de la face inférieure, on remarque dans l'ensemble des cellules un arrangement radial moins net que celui du parenchyme supérieur.

Nervures. — Les nervures sont situées dans un plan horizontal et plus près de la face supérieure du cotylédon; elles sont formées de longues cellules très fines et restent à l'état procambial.

L'examen des nervures est rendu difficile par l'enroulement des cotylédons et par leur fragilité. Aussi, pour suivre leur marche, je me suis adressé à des stades en germination portant des cotylédons épanouis. J'ai fait des coupes transversales dans l'embryon à différents niveaux et j'en ai entamé d'autres suivant la plus grande surface. En les mettant dans l'hypochlorite de soude jusqu'à ce qu'ils deviennent transparents et en les colorant ensuite par la fuchsine alcoolique,

j'ai pu observer à la base du limbe cotylédonaire quatre nervures : les deux nervures externes suivent les bords du cotylédon (*fig. A et B*) tandis que les deux nervures internes, à un niveau un peu supérieur à la base, émettent chacune une ramification (*r*) et s'enfoncent elles-mêmes dans la masse du cotylédon (*n* et *n'*).



Kœlireuteria paniculata. — Disposition des nervures dans le cotylédon.

(A-B) Coupes transversales ; — *r*, faisceaux latéraux qui donnent naissance à la nervure médiane *N*.

Les deux ramifications (*r*) se rejoignent bientôt pour constituer la nervure médiane (*N*). Par suite de cette formation, dans sa partie haute, le cotylédon est parcouru par cinq faisceaux de nervures qui se courbent en arc et forment de grandes mailles irrégulières dans lesquelles viennent se terminer librement les dernières ramifications.

A cet état d'observation, les faisceaux se composent d'éléments libériens et de vaisseaux spirales très développés.

Corps protoplasmique. — Technique microscopique :

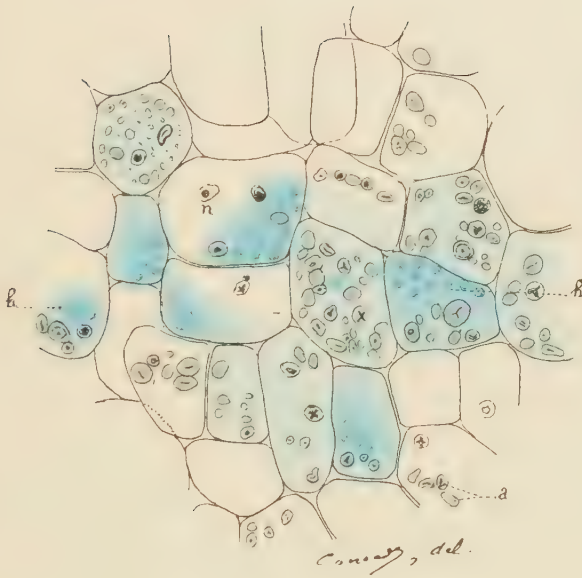
Fixer la coupe par une solution alcoolique de bichlorure de mercure, acidulée par l'acide acétique..

Lavages à l'alcool et coloration au rouge Congo.

Le corps protoplasmique est limité par des mailles polygonales très irrégulières ; on y distingue difficilement le noyau.

Pour mieux mettre celui-ci en évidence, j'ai fixé quelques coupes par l'alcool à 90 degrés ; ensuite je les ai colorées au bleu polychrome de Unna ou au brun Bismarck.

Dans les deux cas, le nucléole s'est nuancé fortement et le noyau apparaît tantôt au milieu de la trame, tantôt à la périphérie près de la paroi cellulaire.



KOELEUTERIA PANICULATA. — Cellules du parenchyme cotylédonaire.

a, grains d'amidon; *h*, gouttelettes d'huile; *n*, noyau. (Coloration par la cyanine.)

Gr. = 930 d.

2° Contenu cellulaire.

Action directe des réactifs sur les coupes.

a) *Iodure de potassium ioduré.* — Le réseau protoplasmique de chaque cellule prend une teinte jaune brun. Dans les mailles, de nombreux granules de toutes grosseurs sont disposés comme des pavés et se colorent en violet foncé sous l'action du réactif (*fig. 2, planche III*). Ils présentent aussi le phénomène de la croix noire au microscope polarisant. Ces grains d'amidon que l'on rencontre dans tout le parenchyme sont arrondis ou ovales, à stries peu visibles, à hile central très marqué. Après avoir séché la coupe soumise au réactif iodé, j'ai fait intervenir sur celle-ci une solution légèrement alcoolique d'éosine : les granules se nuancent d'une teinte mauve qui ne persiste pas, et les albuminoïdes se colorent en rose.

b) *Cyanine.* — Au contact d'une solution alcoolique faible de cyanine, les grains d'amidon se nuancent de gris et les grosses gouttelettes d'huile qui s'y superposent se colorent en bleu (*Planche IV*).

c) *Acide sulfurique concentré.* — La coupe prend une coloration jaune persistante, tandis que des fragments de tégument interne restés adhérents aux cellules épidermiques de l'amande se colorent en violet rose.

d) *Perchlorure de fer à concentrations différentes.* — La coupe ne change pas de nuance, vérifiant ainsi l'absence de tannins.

3° Localisation du saponioïde dans les amandes du “*Kœlreuteria*”.

J'ai répété sur l'amande du *Kœlreuteria*, les mêmes opérations que sur celles du *Xanthoceras*. Ces opérations et leurs résultats sont consignées dans le tableau suivant :

I. — Eau de baryte saturée. — Lavages à l'eau de chaux. — Passage au bichromate. — Lavages à l'eau. — Surcoloration au nitrate d'argent à 1/3.000.

Résumé : La réaction de coloration est assez longue à se produire, les granulations se perçoivent nettement (*Planche VI*).

II. — Eau de baryte saturée. — Lavages à l'eau de chaux. — Passage au bichromate. — Déshydratations successives des coupes pour arriver à faire agir le chloroforme et l'éther. — Après le dégraissage, passage dans des alcools de moins en moins concentrés. — Action de l'eau distillée. — Essai au nitrate d'argent à 1/200.

Résumé : Une partie des albuminoïdes a disparu et on peut observer à côté des cellules où ceux-ci sont restés massivement colorés en jaune, des cellules saponioïdiques granuleuses, brun-rouge.

III. — Eau de baryte saturée. — Lavages à l'eau de chaux. — Longs lavages à l'eau distillée. — Passage au bichromate. — Surcoloration au nitrate d'argent à 1/200 (les granules chromo-barytiques deviennent bruns).

Résumé : La combinaison barytique du saponioïde paraît stable en présence de l'eau ; localisation générale de saponioïde dans toutes les cellules.

IV. — Eau de baryte saturée. — Lavages à l'eau de chaux. — Lavages à l'eau distillée. — Passage au bichromate. — Surcoloration au bleu polychrome d'Unna ; décoloration au glycerinäthermischung.

Résumé : Les parois cellulaires sont colorées en violet et le saponioïde est réparti dans tous les éléments sous forme de granules extrêmement petits (*Planche V*).

Résumé.

Les deux cotylédons de l'embryon de la graine du *Kæhreutaria paniculata*, sont contournés en spirale et assez épais.

Leur épiderme est composé de cellules polyédriques, tantôt allongées dans le sens de la spire, tantôt plus hautes et plus étroites. Ces petites cellules ne sont pas interrompues par des stomates.

Le parenchyme sous-jacent à l'épiderme supérieur est constitué par plusieurs assises de cellules, allongées radialement et arrondies à leurs angles, auxquelles font suite vers le milieu du cotylédon, des éléments globuleux disposés sans ordre. Les dernières assises en se rapprochant de l'épiderme inférieure deviennent plus régulières et notamment, la plus inférieure, reprend en certains points l'aspect palissadique.

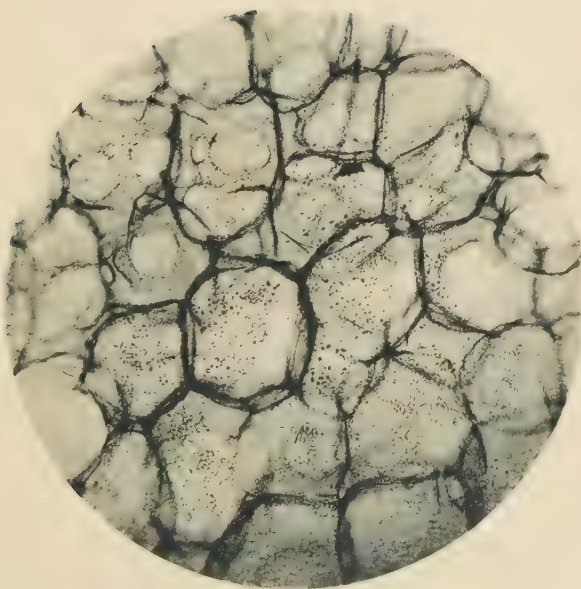
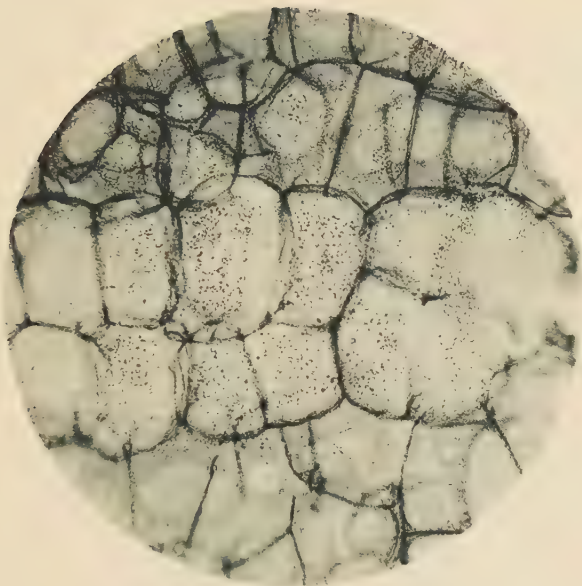
Les nervures existent à l'état procambial, elles sont plongées dans le parenchyme et plus près de l'épiderme supérieur. La nervure médiane est formée par deux ramifications latérales issues des deux nervures les plus internes.

Le contenu des cellules du tissu cotylédonnaire consiste :

1° En granules amylacés, ronds ou ovoïdes, à hile punctiforme, parfois linéaire ou ramifié. Ils sont gros, nombreux et disposés comme des pavés dans les mailles de la trame albuminoïde ;

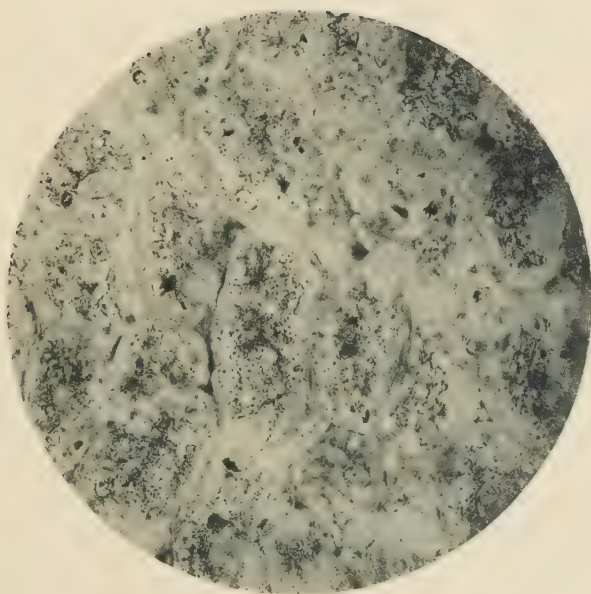
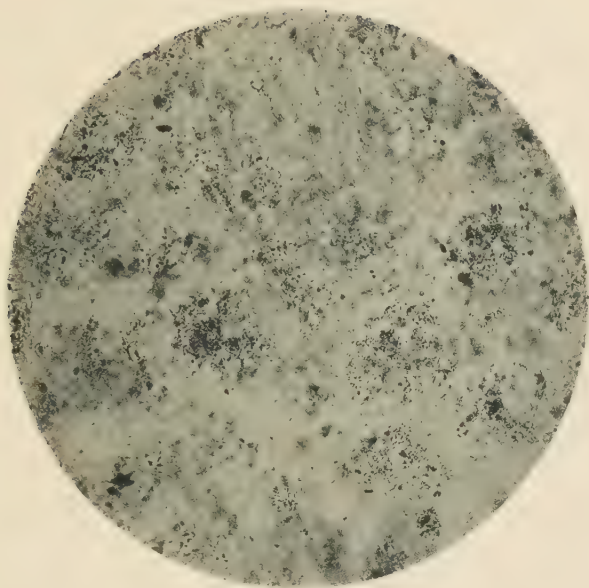
2° En huile ;

3° En saponioïde, mis en évidence par les mêmes méthodes que celles qui ont été décrites pour le *Xanthoceras*. Les réactions essayées donnent des résultats identiques et le saponioïde se montre réparti généralement dans toutes les cellules de l'amande.



KœLREUTERIA PANICULATA. — Localisation du saponioïde dans les cellules de l'amande.
(Procédé barytique. — Surcoloration au Bleu polychrome de Unna.)

Gr. = 950 d



KELREUTERIA PANICULATA. — Localisation du saponioïde dans les cellules de l'amande.
(Procédé barytique. — Surcoloration au nitrate d'argent en solution de $1/3000$.)

Gr. = 950 d

CHAPITRE V

A. — Histologie des téguments séminaux de la graine du *Xanthoceras sorbifolia*.

Études microchimiques en vue de la localisation du composé saponique.

Tégument externe.

Les cellules du tégument externe sont masquées par une matière colorante rouge. Pour étudier les différentes assises, on peut recourir à l'hypochlorite ou à l'action de l'acide acétique fort. Ce traitement permet d'observer dans l'ordre suivant :

1° Une assise épidermique de petites cellules prismatiques. A l'intersection de leur point d'attache avec les cloisons tangentiellles, les parois verticales s'élargissent progressivement; elles deviennent proéminentes dans la cavité cellulaire et divisent celle-ci en deux parties inégales reliées par un étranglement (fig. 1, planche VII). Vers leur milieu, ces mêmes parois montrent une dépigmentation et ont un pouvoir absorbant moins grand pour les colorants. Cette particularité ne change pas après le passage de la coupe dans l'hypochlorite;

2° Quelques cellules plus petites, très solides, sous-jacentes à l'épiderme rattachent plus étroitement celui-ci au corps résistant du tégument interne;

3° Ce corps comprend d'abord une zone de longues cellules, à cloisons latérales épaisses, légèrement ondulées, et à cavité cellulaire très étroite remplie de granulations (fig. 2, planche VII). Ensuite, plus profondément, on rencontre plusieurs assises horizontales de cellules rameuses qui laissent entre elles de grands méats. Dans la partie inférieure du tégument, elles sont pénétrées par un parenchyme écrasé (fig. 1, planche VIII) dans lequel cheminent les vaisseaux spirales du raphé.

Au-dessous du parenchyme, et resserrée par une assise de petits prismes, se trouve une couche d'éléments arrondies à parois minces, pénétrée de distance en distance par des files de cellules plus grandes et plus régulières disposées presque radialement par rapport à l'organe (fig. 1 et 2, planche VIII).

Tégument interne.

Le tégument interne comprend une zone extérieure, constituée par quelques assises de petits polyèdres épaissis à leurs angles; et une zone intérieure, très colorée, dont les cellules sont beaucoup plus résistantes et disposées en piles régulières (fig. 1 et 2, planche VIII).

* * *

— En détachant quelques fragments de chacun des téguments et en les mettant en présence d'eau, nous constatons :

Pour le tégument interne, un pouvoir aphrogène du liquide obtenu.

— Le tégument externe ne donne un liquide capable de mousser fortement par agitation, que si l'on fait l'épuisement à chaud en présence de quelques gouttes de soude.

L'acide sulfurique à 66° ajouté à chaque solution aqueuse concentrée, communique à celles-ci une coloration violette.

D'autre part, chimiquement, nous avons remarqué que le *saponoïde* revêt une teinte rouge foncé analogue à celle que présentent les cellules du tégument externe et interne. Il prend aussi une coloration noire avec les sels de fer. Immédiatement nous avons pensé à une combinaison tannique.

Cette combinaison saponoïdo-tannique a pu se produire au cours des manipulations chimiques. Elle peut aussi préexister dans les cellules des téguments de la graine. En dehors de ces hypothèses, le saponoïde peut être l'apanage de certaines cellules cachées par l'abondante matière colorante déjà signalée.

Essayons de préciser ce point et de voir comment le saponoïde se localise.

Sous l'action du Fe^2Cl^6 étendu, une coupe du tégument prend une teinte noire; le tannin fait donc partie de toutes les cellules.

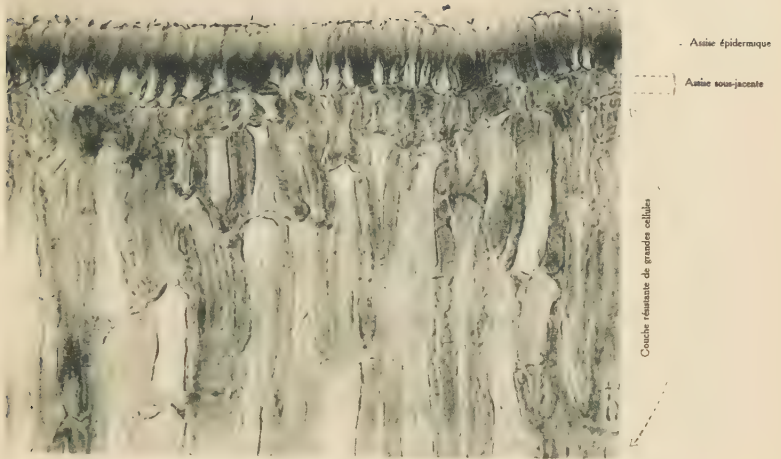
J'ai cherché à éliminer, sur les coupes, les tannins en excès, tout en laissant insoluble le saponoïde ou sa combinaison; pour cela, j'ai fait agir l'acide chlorhydrique concentré pendant quelques heures.

A la suite de cet essai, toutes les cellules profondes du tégument externe avaient perdu leur contenu, tandis que les cellules supérieures avaient pris une belle coloration rouge.

Le parenchyme supérieur du tégument interne montrait quelques cellules plus opaques.

J'ai aussi employé l'acide chlorhydrique très étendu, que j'ai laissé agir pendant quelques jours sur des coupes macérées au préalable dans l'alcool à 90°, où elles avaient déjà abandonné de leur matière colorante.

En présence du perchlorure de fer étendu, j'ai observé que les cellules externes du tégument interne devenaient insensibles au réactif,

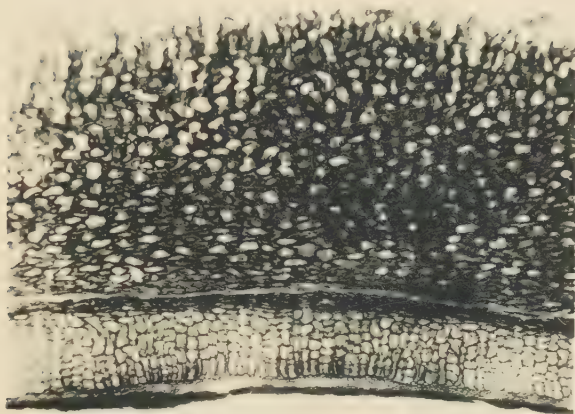


XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 1.)
 Epiderme et cellules protectrices du tégument externe de la graine.
 Gr. = 330 d



XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 2.)
 Aspect des granulations contenues dans la cavité cellulaire des grandes cellules protectrices.
 Gr. = 950 d

Zone des grandes cellules en palisade.



Cellules irrégulières

Parenchyme plissé

Zone profonde du tégument externe

Parenchyme supérieur du tégument interne.

Parenchyme inférieur coloré du tégument interne.

XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 1.)

Couches profondes du tégument externe dans la partie supérieure de la graine.

Gr. = 60 d .

Parenchyme plissé



Zone profonde du tégument interne dans la région des ramifications du raphé.

Parenchyme extérieur du tégument interne

Parenchyme intérieur recouvert de matière colorante.

Assises d'albumen séparées de l'amande.

XANTHOCERAS SORBIFOLIA (fig. 2.)

Partie profonde du tégument externe et tégument interne.

(Coupe dans la région des nervures tégumentaires.)

Gr. = 130 d

B. — Histologie des téguments séminaux de la graine du *Kœlreuteria paniculata*.

Études microchimiques en vue de la localisation du composé saponique.

Tégument externe.

Le tégument externe comprend, de la périphérie vers le centre :

Une assise de cellules prismatiques, très allongées radialement, à parois irrégulièrement épaisses. Ces cellules sont recouvertes d'une cuticule mince et luisante.

Au contact de l'eau iodée et de l'acide sulfurique étendu, le contenu de leur cavité cellulaire se colore en noir, tandis que leurs parois latérales prennent une teinte brune. Cette nuance m'a permis d'observer plus facilement une zone dépigmentée qui apparaît comme une ligne lumineuse dans la partie haute de cette assise (fig. 1, planche IX).

Cette ligne persiste après l'action prolongée des alcalis caustiques étendus et reste insensible aux colorants (vert d'iode, brun Bismarck, etc.). Elle paraît due à un épaississement fusiforme des parois qui jouerait le rôle d'un opercule empêchant le départ du contenu cellulaire dans le cas où la périphérie de l'assise viendrait à être endommagée.

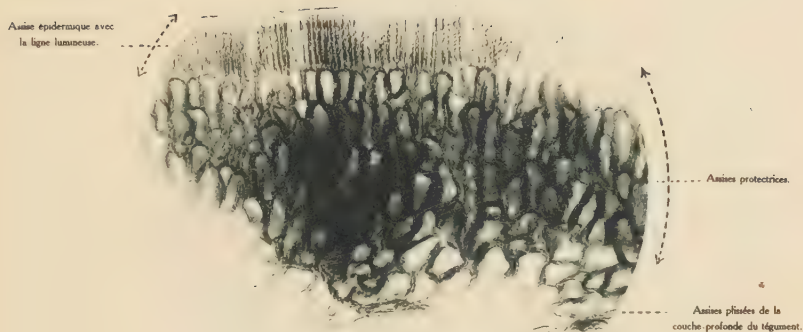
Au-dessous de l'épiderme, on trouve la couche la plus volumineuse du tégument externe. Elle est formée de plusieurs assises de grandes cellules, plus hautes que larges, disposées en files radiales et alternantes. Leurs parois sont brunes, très épaisses et légèrement ondulées.

Les cellules profondes (quatre assises environ) conservent le même aspect, mais elles ont des dimensions plus régulières, une cavité cellulaire plus largement ouverte et s'inclinent par rapport aux assises supérieures.

L'embryon est protégé par l'épiderme et cette couche sous-épidermique.

La troisième partie du tégument renferme une série d'assises parenchymateuses dirigées tangentiellement et plissées. Sur des stades en maturation, ce parenchyme est mieux lisible. Il se montre composé de cellules arrondies, à parois fragiles, et est pénétré par les ramifications des vaisseaux spiralés venant du raphé.

A maturité, la couche protectrice se contracte et se déchire au niveau



KœLREUTERIA PANICULATA (fig. 1.)

Coupe transversale du tégument externe dans la partie supérieure de la graine mûre.

Gr. = 100 d



KœLREUTERIA PANICULATA (fig. 2.)

Modification de constitution du tégument interne dans le centre de la spire.

Les 2 bandes de tégument sont séparées par le parenchyme profond du tégument externe.

(Graine en maturation récoltée le 31 Août 1912.)

Gr. = 45 d

des assises tangentielle, laissant celles-ci à l'état de pellicule, les vaisseaux qu'elles contiennent continuant à faire corps latéralement avec le tégument interne.

Tégument interne.

On reconnaît dans le tégument interne :

Un chaînon de cellules tabulaires dont les parois, peu résistantes, allongées tangentielle, se rapprochent en leur milieu.

Au-dessous, on y distingue une couche parenchymateuse composée de trois à cinq assises de petites cellules légèrement arrondies, dirigées parallèlement au chaînon. Les cellules les plus inférieures reposent sur les pointes d'une assise papilleuse également à parois délicates.

Ces cellules papilleuses limitent intérieurement le tégument interne et sont enrobées d'une épaisse matière colorante brune. Elles portent attachés à leur base quelques vestiges d'albumen qui se sont séparés de ceux restés adhérents à la périphérie de l'amande.

Dans les sinuosités de la spire, la constitution de la bande tégumentaire interne en contact avec la partie supérieure des cotylédons se modifie, et les cellules sous-jacentes au chaînon deviennent prismatiques (fig. 2, planche IX).

* * *

— A maturité, les deux téguments, pris séparément, communiquent à l'eau un pouvoir aphrogène, comme ceux du *Xanthoceras*.

Leurs cellules, riches en tannin mélangé à des substances étrangères, se colorent en noir avec le perchlorure de fer étendu.

Après ces constatations, j'ai essayé d'appliquer le procédé barytique pour étudier la répartition du saponioïde dans les téguments, et j'ai noté les indications suivantes :

Dans le tégument externe, le contenu des cellules devient plus foncé, tandis que dans le tégument interne, le plissement des assises rend les observations difficiles et oblige à recourir à des stades en maturation.

La localisation, dans quelques-uns de ces stades, apparaît ainsi : les cellules appuyées sur l'assise papilleuse renferment un précipité jaune de chromate de baryum (fig. 1, planche X) ; dans le sinus de la spire, les cellules prismatiques d'une des bandes tégumentaires sont remplies de granulations jaune verdâtre ; le précipité existe avec le même aspect dans l'intérieur des petites cellules appartenant à la lame parenchymateuse qui sépare les deux replis du tégument.

Or, comme le contenu des cellules prismatiques donne également la réaction des tannins, la quantité de granulations obtenue dans la localisation du saponioïde fait supposer qu'il existe bien là, une combinaison saponioïdo-tannique dans laquelle le saponioïde est plus abondant que le tannin.

Pour vérifier cette hypothèse, il suffit de comparer une coupe traitée au préalable par le perchlorure de fer, avec une autre coupe de même fragment de tégument interne décoloré par l'acide chlorhydrique étendu, sur laquelle on fera intervenir ensuite une solution de tannin très faible. Cette deuxième coupe mise en présence du perchlorure de fer se nuancera et montrera à l'intérieur de ses cellules un dépôt beaucoup plus compact que dans la cavité des cellules primitives.

J'ai voulu voir comment se comportaient les matières saponoidiques extraites du tégument interne, avec la réaction de Sonnenschein utilisée dans certains cas pour la recherche des alcaloïdes et mise à profit par M. Goris pour localiser quelques glucosides.

A cet effet, j'ai séparé le tégument interne des amandes de *Koeleria* et, ayant pu isoler 7 grammes de matière, je les ai d'abord épuisés par de l'eau pure à 70-80° pendant 4 à 5 heures. Le liquide d'extraction a été filtré, puis rendu acide par une solution très diluée d'acide sulfurique — le précipité obtenu est brun clair.

Les téguments, après ce premier traitement par l'eau seule, ont été épuisés dans les mêmes conditions par de l'eau légèrement alcalinisée par de la soude caustique. Après filtration du liquide d'extraction et acidification de celui-ci par l'acide sulfurique faible, j'ai obtenu un nouveau précipité brun rouge.

Les deux précipités ont été lavés sur filtre, puis chacun d'eux dissous dans une solution alcaline faible, et enfin précipités à nouveau par l'acide sulfurique étendu. Après filtration et lavages à l'eau pure, ils ont été abandonnés à la dessiccation à température ordinaire.

J'ai effectué la réaction de Sonnenschein sur quelques particules de chacun des précipités, et ai examiné les couleurs obtenues sous le microscope.

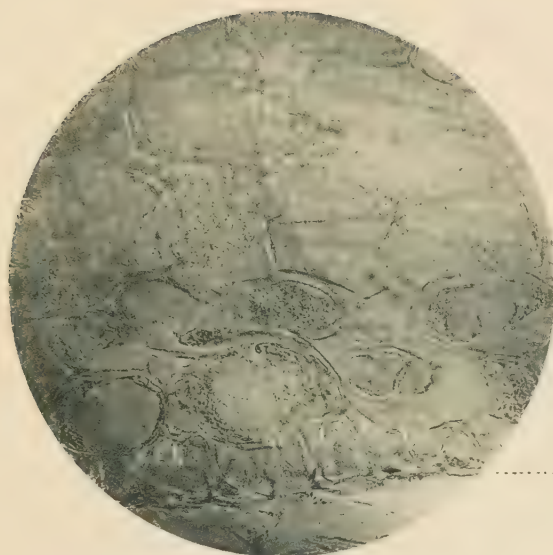
Le précipité provenant du liquide d'épuisement par l'eau pure, n'a donné qu'une coloration brun clair très voisine de celle du produit soumis à l'expérience.

Le précipité provenant de l'épuisement du tégument par l'eau alcaline donne, sous l'influence du réactif, une coloration brun rougeâtre nuancée de violet.

Ces colorations sont fugaces et noircissent assez vite au contact de l'air. Sous l'influence des sels de fer, les particules de chaque précipité se colorent aussi en noir.

L'électivité du Sonnenschein montre que la constitution des deux précipités est notablement différente :

Tandis que le premier précipité, peu coloré, ne renfermerait que des tannins seuls ou en combinaison avec une proportion infiniment petite de saponide (ce qui expliquerait l'insensibilité du réactif) : l'autre, provenant de l'épuisement du tégument en liqueur alcaline, conten-



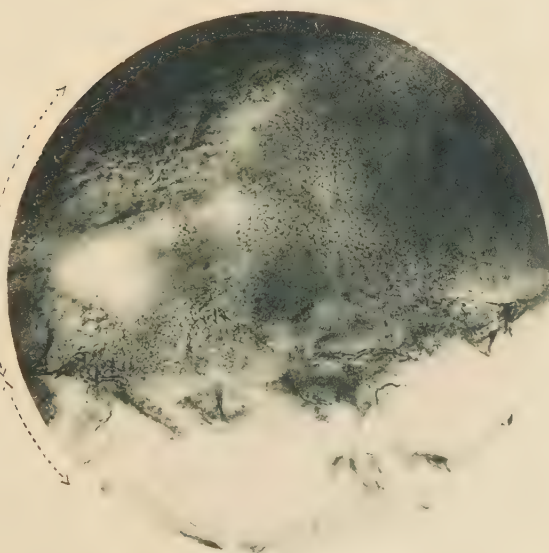
KÆLREUTERIA PANICULATA (fig. 1.)

Localisation des cellules à saponoïde dans le tégument interne de la graine en maturation,
(procédé barytique.)

Gr. = 950 d

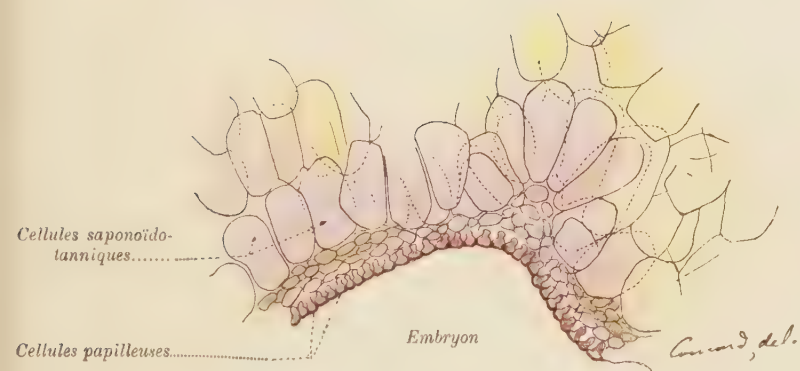
Partie correspondante aux
cellules prismatiques colorées
en mauve sur la figure de
la planche 11

Le parenchyme sous-jacent
et l'assise papilleuse ne
sont pas représentés.



KÆLREUTERIA PANICULATA (fig. 2.) Tégument interne de la graine mûre
au niveau de son attache avec la spire. Localisation de la combinaison saponoido-
tannique dans les cellules prismatiques. (Réaction de Sonnenschein.)

Gr. = 950 d



KŒLREUTERIA PANICULATA. — Structure du tégument interne à l'intersection de la spire dans la graine mûre; les cellules saponoido-tanniques sont colorées en violet mauve. (Réaction de Sonnenschein.)

Gr. = 300 d. environ.

draît, combiné aux tannins et autres matières, presque tout le saponôide et c'est surtout à cette substance que reviendrait la coloration violet mauve.

Cette combinaison saponôido-tannique peut prendre naissance dans l'extraction ; elle peut aussi exister dans les cellules du tégument et se montrer dans celles-ci à divers degrés, à l'avantage de l'un ou l'autre corps constituant.

A la suite de cet exposé, nous sommes donc appelés à observer l'intensité de cette couleur violette en mettant le réactif de Sonnenschein au contact de quelques coupes un peu épaisses :

— Action du réactif de Sonnenschein [300 grs d'acide azotique ($d = 1,33$) contenant 0,70 de fer] sur le *tégument externe* en maturité : la répartition du saponôide est générale dans tout le parenchyme profond et se traduit dans le contenu des cellules par une nuance rose violacé.

— Action du réactif de Sonnenschein [300 grs d'acide azotique ($d = 1,33$) contenant 0,20 de fer] sur le *tégument interne* de la graine mûre.

La coupe portée pendant trois à quatre secondes dans le réactif nitrique, puis passée dans l'ammoniaque, montre une localisation dans les petites cellules du parenchyme : le contenu de ces éléments se colore en violet mauve.

— Action du réactif de Sonnenschein [300 grs d'acide azotique ($d = 1,33$) contenant 0,70 de fer] sur le *tégument interne* de la graine mûre, à l'intérieur de la spire.

Immersion rapide de la coupe dans l'eau, puis passage de celle-ci dans le réactif plus chargé en fer, pendant quatre à six secondes : la localisation devient plus nette.

Les petites cellules du parenchyme comprises entre l'assise papilleuse et l'assise prismatique se nuancent de mauve ; on obtient une plus forte coloration dans les cellules prismatiques (fig. 2, pl. X, et planche XI).

Les cellules de la lame intertégumentaire dans la spire et les cellules papilleuses sont aussi sensibles au réactif, mais ces dernières paraissent plus riches en tannins ; quant aux cellules qui ne se colorent pas, leur contenu s'est trouvé résorbé en partie pendant la maturation du tégument.

A la suite de ces essais, nous pouvons donc avancer que nous nous trouvons en présence d'une combinaison saponôido-tannique dans le parenchyme profond du tégument externe et dans les cellules du tégument interne. Je ne serais pas éloigné de croire que certaines cellules contiendraient plus de saponôide que de tannin, ce qui expliquerait d'une part l'électivité de coloration des réactifs appropriés pour les reconnaître et, d'autre part, la nuance de coloration remarquée.

CHAPITRE VI

Recherches sur l'huile des graines de *Xanthoceras* et de *Kœlreuteria*.

Les graines du *Xanthoceras* et du *Kœlreuteria* contiennent une proportion importante d'huile. Lorsqu'on les conserve, après décortication, dans un sachet de papier, celui-ci ne tarde pas à être taché par la matière grasse. La simple expression entre les doigts de l'amande de ces graines fait suinter de l'huile.

La matière grasse est donc un élément intéressant du contenu cotylédonaire, élément dont l'étude s'impose.

Méthode d'extraction.

Les graines ont été décortiquées, et les amandes écrasées ont été introduites dans un appareil extracteur.

Le liquide d'épuisement était l'éther de pétrole, soigneusement rectifié, et distillant sans résidu au bain-marie.

L'extraction a été poussée jusqu'à épuisement complet de la matière grasse.

Le liquide obtenu, dans chaque cas, a été filtré et abandonné à l'évaporation spontanée pour éliminer la majeure partie du solvant.

L'huile restant, après chauffage au bain-marie, a été maintenue à la température de 100°-105° jusqu'à expulsion complète de l'éther de pétrole.

Les huiles ainsi produites se troublent légèrement après un repos très prolongé et abandonnent un faible dépôt floconneux, dont on les prive facilement par simple filtration.

C'est sur la matière grasse, préparée de cette façon, que j'ai effectué les déterminations qui suivent :

Huile des graines de « *Xanthoceras sorbifolia* ».

Cent parties de graines de *Xanthoceras* donnent, par décortication

Enveloppes	59,39 %
Amandes	40,41 %

Cent parties d'amandes décortiquées fournissent 51,42 parties d'huile.

Donc : 100 parties de graines entières contiennent 20,78 parties d'huile.

Caractères de l'huile de graines de « *Xanthoceras* ».

a) *Propriétés organoleptiques.*

Huile jaune clair, fluide, sans odeur particulière ; saveur douce, non désagréable.

b) *Propriétés physiques.*

— Densité à 15° = 0,9182.

— Examinée au spectroscopie, elle fournit une bande d'absorption unilatérale commençant au milieu du vert (aux environs de la raie E) et augmentant d'intensité jusqu'à l'indigo, région à partir de laquelle l'absorption est complète.

— L'indice de réfraction de cette huile, mesuré au réfractomètre de M. Féry, est :

$$\text{à } + 15^{\circ} = 1,4780$$

$$\text{à } - 22^{\circ} = 1,4756.$$

— Déviation à l'oléoréfractomètre de Ferdinand Jean et Amagat :

$$\text{à } 22^{\circ} = + 16.$$

— Cette huile dévie très légèrement le plan de la lumière polarisée.

Au polarimètre, sur une longueur de 20 centimètres, elle donne une déviation de :

$$+ 0^{\circ},7 \quad (\text{degrés saccharimétriques})$$

$$\text{soit } + 0^{\circ},11' \quad (\text{degrés d'arc}).$$

— J'ai mesuré la viscosité de l'huile de *Xanthoceras* en comparant sa vitesse d'écoulement, à travers un orifice étroit, avec celle d'une même quantité d'eau dans le même appareil et dans des conditions identiques.

A la température de 19°, cette viscosité est 10,1 fois plus forte que celle de l'eau.

c) *Propriétés chimiques.*

Acidité exprimée en acide oléique, pour 100 parties d'huile = 0,53.

Indice de saponification, exprimé en milligrammes de potasse KOH, nécessaires pour saponifier 1 gramme d'huile = 184,2.

Indice d'iode : 94,8.

Échauffement sulfurique, obtenu avec 20 grammes d'huile et 20 grammes d'acide sulfurique pur à 66° = 60°.

Les acides gras extraits de l'huile de *Xanthoceras* sont jaune clair. Ils ne présentent pas un point de fusion, ni un point de solidification nets. Ces acides sont liquides et absolument transparents à la température de 23-26°.

En abaissant la température, on commence à percevoir un louche vers 20°, louche qui va en s'accroissant.

A 15°, les acides gras solides qui se séparent troublent fortement l'échantillon, et à 10-12°, celui-ci possède une consistance semi-butyreuse.

Vers 3 à 4°, les acides forment une masse butyreuse qui ne s'écoule plus lorsqu'on retourne le flacon dans lequel ils sont contenus.

d) *Propriétés générales.*

— L'huile de graines de *Xanthoceras* possède les solubilités ordinaires des huiles végétales : elle se dissout en toutes proportions dans la benzine, le chloroforme, l'éther, le sulfure de carbone, le tétrachlorure de carbone, la ligroïne.

— L'alcool absolu en dissout de très petites quantités sans prendre de coloration spéciale.

— L'acide sulfurique à 66° B. (1 à 2 gouttes dans 20 gouttes d'huile) donne une teinte jaune d'or.

— L'acide azotique à 40° B. (1 volume) étant agité avec l'huile (1 volume) on observe, après repos :

couche acide = incolore,

couche huileuse = colorée en jaune légèrement brun.

— L'ammoniaque à 22° B. donne par agitation, avec son volume d'huile, une émulsion blanc légèrement jaunâtre.

— L'huile de graines de *Xanthoceras* forme facilement des savons avec la soude et la potasse. Ces savons sont blancs.

Enfin, cette huile n'est pas siccatrice.

* *

Huile des graines de « *Kœlreuteria paniculata* ».

La décortication de 100 parties de graines de *Kœlreuteria* fournit :

Enveloppes = 45,43 %

Amandes = 54,57 %.

Cent parties d'amandes décortiquées donnent 40,75 parties d'huile. Donc, cent parties de graines entières peuvent fournir 22,24 parties d'huile.

Caractères de l'huile de graines de « *Kœlreuteria* ».

a) *Propriétés organoleptiques.*

Huile jaune rougeâtre, fluide, sans odeur particulière, saveur douce.

b) *Propriétés physiques.*

— Densité à 15° = 0,9184.

— Au spectroscope, cette huile montre une bande d'absorption unilatérale, commençant aux environs de la raie E (milieu du vert), et augmentant rapidement d'intensité, l'absorption devient totale à partir de la raie F (commencement du bleu).

— L'indice de réfraction de cette huile, mesurée au réfractomètre de M. Féry, est :

$$\text{à } + 15^{\circ} = 1,4759$$

$$\text{à } + 22^{\circ} = 1,4734.$$

— A l'oléoréfractomètre de Ferdinand Jean et Amagat, elle donne une déviation de + 13°,5 à 22°.

— L'huile de *Kalreuteria* est sans action sensible sur la lumière polarisée.

— Sa viscosité, déterminée par rapport à l'eau, comme pour l'huile de *Xanthoceras*, est 9,5 à la température de 19°.

c) *Propriétés chimiques.*

— Acidité, exprimée en acide oléique, pour 100 parties d'huile = 0,98.

— Indice de saponification, exprimé en milligrammes de potasse KOH, nécessaire pour saponifier 1 gramme d'huile = 180,8.

— Indice d'iode = 63,5.

— Échauffement sulfurique (20 grammes SO⁴H² à 66° et 20 grammes d'huile) = 61°.

— Les acides gras extraits de l'huile de *Kalreuteria* possèdent une couleur jaune rougeâtre, analogue à celle de l'huile elle-même. Leurs points de fusion et de solidification ne peuvent être déterminés avec netteté, ces acides passant de l'état liquide à l'état pâteux de plus en plus épais avant de se solidifier complètement.

A 22°-23°, ces acides sont liquides et clairs.

Vers 18°, ils commencent à louchir ; vers 15°, ils sont déjà fortement troubles, par suite de la présence d'acides gras solides au milieu des acides encore liquides. Vers 3 à 4°, l'ensemble forme une masse de consistance butyreuse qui ne s'écoule pas, lorsqu'on retourne le flacon dans lequel ils sont contenus.

d) *Propriétés générales.*

L'huile de *Kalreuteria* possède les solubilités ordinaires des huiles végétales (benzine, éther, chloroforme, sulfure de carbone, etc.).

Elle se dissout en très petite quantité dans l'alcool absolu auquel elle communique une teinte jaune.

Lorsqu'on l'agite avec de l'alcool à 95°, celui-ci se colore également en jaune.

Une ou deux gouttes d'acide sulfurique à 66°, dans 20 gouttes d'huile, produisent une coloration brune avec des stries gris brun, devenant brunes après quelque temps.

En agitant 1 volume d'huile avec un 1 volume d'acide azotique à 40° B, on constate, après un repos suffisant :

couche acide = incolore,
couche huileuse = jaune brunâtre.

L'ammoniaque donne, avec l'huile de *Kæbreuteria*, une émulsion jaunâtre.

Cette huile forme facilement des savons avec la soude et la potasse ; ces savons sont de couleur blanc jaunâtre.

L'huile de *Kæbreuteria* n'est pas siccativ.

Résumé et Conclusions.

Les graines du *Xanthoceras* et du *Kæbreuteria* sont fortement oléagineuses, et les propriétés des huiles extraites de ces graines sont exposées dans le tableau suivant :

	<i>Xanthoceras.</i>	<i>Kæbreuteria.</i>
<i>Constitution des graines :</i>	—	—
Amandes pour 100 parties de graines . . .	40,41	54,57
Enveloppes — — . . .	59,59	45,43
<i>Rendement en huile :</i>		
Pour 100 parties de graines entières	20,78	22,24
Pour 100 parties d'amandes décortiquées . .	51,42	40,75
<i>Propriétés de l'huile :</i>		
Couleur.	jaune clair	jaune rougeâtre
Saveur	douce	douce
Densité à 15°	0,9182	0,9184
Indice de réfraction à { 15°	1,4780	1,4759
{ 22°	1,4756	1,4734
Déviation à l'oléoréfractomètre à 22° . . .	+ 16°	+ 13°5
Déviation polarimétrique tubes de 20 cm. :		
en degrés saccharimétriques	0° 7	nulle
en degrés d'arc	0° 41'	nulle
Viscosité par rapport à l'eau	10,1 à 19°	9,5 à 19°
Acidité en acide oléique %. =	0,53	0,98
Indice de saponification en milligrammes		
de KOH pour 1 gramme d'huile	184,2	180,8

	<i>Xanthoceras.</i>	<i>Kœlreuteria.</i>
Indice d'iode.	94,8	63,5
Échauffement sulfurique (20 grammes SO_4H^2 à 66° et 20 grammes d'huile).	60°	61°
Coloration sulfurique.	Coloration jaune d'or	Coloration brune, stries gris brun
Action de AzO^3H à 40° B. { couche acide . . couche huileuse.	incoloré jaune légè- rement brun	incoloré jaune brunâtre
Action de l'ammoniaque	émulsion blanche à peine jaunâtre	émulsion jaunâtre
Action de l'alcool absolu	L'huile est très légèrement soluble, l'al- cool est inco- lore.	L'huile est légè- rement solu- ble, l'alcool se colore en jaune.

La forte teneur de ces graines en matières grasses n'a pas attiré l'attention des auteurs. Je n'ai trouvé mention que de l'huile de *Kœlreuteria paniculata* dans l'ouvrage de Cloëz intitulé : *Observations et expériences sur l'oxydation des matières grasses d'origine végétale* (1).

Cloëz donne seulement les renseignements suivants sur cette huile :

Poids de l'hectolitre de graines	65 kg. 100
Perte en eau à 100°	8,70 %
Cendres	2,90 %
Teneur en huile { du produit naturel = 23,91 %	
du produit séché à 100° = 26,188 %	
Densité de l'huile = 0,92753.	

La teneur en huile des graines s'accorde avec mes déterminations ; la densité signalée par Cloëz est un peu supérieure à celle que j'ai constatée.

En résumé, les propriétés organoleptiques, physiques et chimiques des huiles de *Xanthoceras* et de *Kœlreuteria* montrent que ces substances sont susceptibles d'emplois industriels.

Leur saveur douce, l'absence de goût spécial pourraient les faire admettre comme huiles comestibles ; les essais de dégustation que j'ai faits sur ces produits ont été parfaitement supportés.

(1) Indications répétées dans le *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée de Würtz*, T. II, page 42, article « Huiles ».

Elles conviennent également pour la savonnerie ; l'huile de *Xanthoceras* particulièrement fournit des savons blancs.

L'absence de propriétés siccatives écarte l'emploi de ces huiles pour la fabrication des peintures et vernis.

Au point de vue des réactions analytiques, outre les constantes physiques et chimiques de ces deux huiles, je peux signaler les particularités suivantes :

L'huile de *Xanthoceras* prend une coloration jaune d'or, lorsqu'on fait tomber 1 ou 2 gouttes de SO^4H^2 à 66° B. au centre d'une petite quantité d'huile. Une nuance du même ordre se produit avec les huiles d'amandes douces, de cameline, de croton, de noix, etc...

L'acide nitrique à 40°, agité avec son volume d'huile, ne donne, après repos, qu'une teinte jaune à peine brunâtre, pour la couche grasse, l'acide restant incolore. Cette coloration est assez semblable à celle que montrent les huiles d'arachide, de pavot, etc....

L'huile de *Kœlreuteria* présente une coloration brune avec l'acide sulfurique ; cette nuance est communiquée par un assez grand nombre d'huiles (lin, foie de morue, l'acide oléique, etc.) ; cependant, dans le cas du *Kœlreuteria*, on observe des stries gris brunâtre qui finissent par virer au brun.

La coloration de l'huile de *Kœlreuteria* sous l'influence de l'acide nitrique à 40° n'est pas caractéristique. Enfin, l'alcool absolu ou même l'alcool à 95°-96°, agitée avec cette huile, prend une coloration jaune assez intense.

CHAPITRE VII

A. — Morphologie externe de la germination du *Xanthoceras sorbifolia*.

FIG. 1 à 9 — PLANCHES XII et XIII.)

Les différentes phases se succèdent rapidement si l'on maintient la graine à une température de 20 à 25° sous conditions d'humidité suffisante.

L'enveloppe de la semence gonfle d'abord, l'amande suit cette progression et le tégument commence à se dessouder au voisinage du micropyle pour laisser passer la pointe de la radicule qui apparaît de plus en plus.

Après huit jours de mise en germination, la longueur du pivot sur certains spécimens dépasse déjà 1 centimètre.

Pendant que la racine principale s'accroît, les cotylédons sont l'objet d'un travail actif à l'intérieur de leur masse et plus particulièrement dans la partie rétrécie de leur base. A ce niveau, les deux extrémités des cotylédons s'allongent en pétiole et s'engagent dans la fente tégumentaire; ils en augmentent la longueur jusque dans la partie dorsale de la graine. Par rapport à l'embryon, qui ne se déplace pas (caractérisant ainsi la germination hypogée), les lames pétiolaires continuent à grandir, prennent extérieurement une direction en hélice et rejettent de côté le bourgeon gemmulaire; celui-ci donne naissance à une pousse feuillée. Un peu plus tard les lames s'écarteront en leur milieu pour laisser passer la tigelle.

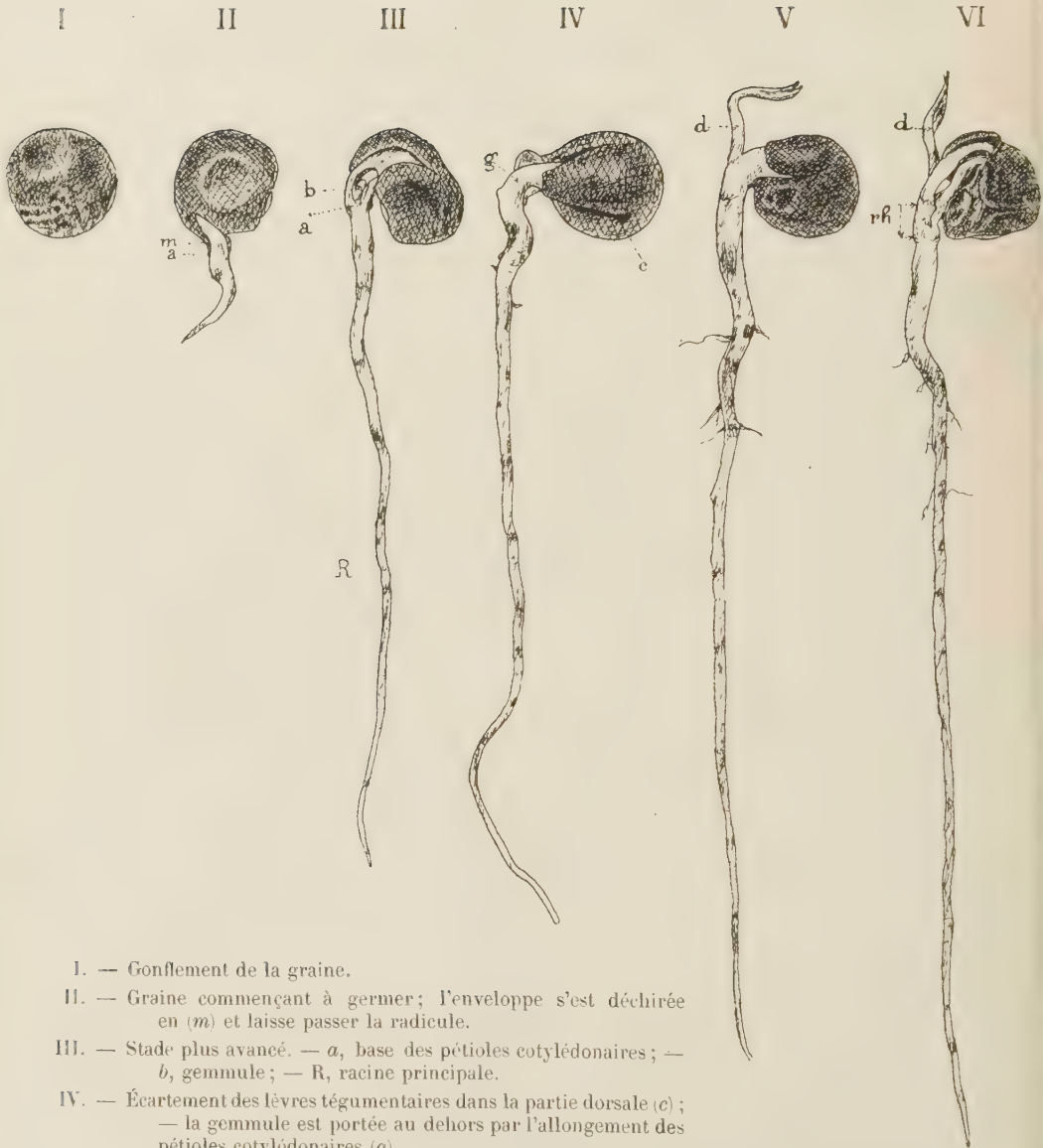
Après trois semaines de germination, la plantule présente cet aspect : la racine principale atteint 13 à 14 centimètres et est garnie de quelques radicelles courtes; la région hypocotylée est très réduite et sur la petite pousse nous constatons quelques squames.

Ensuite, toute une série de feuilles dissemblables des adultes se montrent sur la tigelle : elles sont pétiolées, simples, entières, plus ou moins incisées et rappellent en miniature certaines feuilles d'aubépine. La forme pennée s'observe généralement sur la septième feuille, stade d'évolution qui clôt le cycle germinatif, deux mois environ après avoir confié les semences au sol.

Quant aux cotylédons, ils vont bientôt abandonner la plantule, car leur rôle nutritif est presque terminé. En effet, examinés à ce moment, on trouve le plus petit en état de décomposition, et le plus gros, ayant atteint une longueur de 5 cent. 5, déjà endommagé dans sa partie supérieure.

Germination de la grain

(Grandeur



- I. — Gonflement de la graine.
- II. — Graine commençant à germer; l'enveloppe s'est déchirée en (*m*) et laisse passer la radicule.
- III. — Stade plus avancé. — *a*, base des pétioles cotylédonaire; — *b*, gemmule; — *R*, racine principale.
- IV. — Écartement des lèvres tégumentaires dans la partie dorsale (*c*); — la gemmule est portée au dehors par l'allongement des pétioles cotylédonaire (*g*).
- V à VII. — Développement de la tigelle *d*; — *rh*, région hypocotylée; — *e*, premières feuilles réduites à des écailles.
- VIII. — Les téguments de la graine ont été enlevés pour laisser voir les deux cotylédons inégaux (*k* et *L*).
- IX. — Jeune plante sortie de la graine germée avec différentes formes de feuilles.

du *Xanthoceras sorbifolia*.

naturelle.)

VII



VIII



IX



Comard, del.

B. — Morphologie externe de la germination du *Kœlreuteria paniculata*.

(FIG. 1 à 12 — PLANCHE XIV.)

La germination des graines a lieu au bout d'un mois, la température moyenne étant de 15 à 18 degrés.

Dans la phase latente, l'embryon gonfle en s'imbibant d'eau et fait pression sur les téguments; ceux-ci sont ensuite perforés au niveau du micropyle par la radicule qui pointe au dehors. Après, continuant à croître, le petit pivot ouvre davantage les deux lèvres de la fente tégumentaire et se fixe plus intimement au sol par son manchon absorbant.

A ce moment, l'hypocotyle commence à recevoir les premiers principes empruntés par les poils au milieu ambiant, elle augmente d'épaisseur à sa base et s'allonge en formant une anse; celle-ci se courbe de plus en plus et bientôt entraîne les cotylédons hors de leur enveloppe retenue passagèrement à la terre par la déchirure dorsale. C'est alors que l'on voit les cotylédons se disjoindre du centre de la graine et se dérouler en restant appliqués l'un contre l'autre. Ils sont sessiles. En même temps qu'ils s'élargissent vers leur extrémité, ils ne tardent pas à verdir à leur base.

Lorsqu'ils sont débarrassés des téguments, les cotylédons se redressent, s'épanouissent et présentent sensiblement les mêmes dimensions (longueur 2 cm. 5, largeur 5 millimètres dans leur partie moyenne). Ils ont la forme d'une spatule fortement nervée suivant le milieu de sa longueur; ils sont inégalement plan-convexes, épais et leur aisselle est occupée par de très petits bourgeons axillaires rougeâtres, susceptibles de se développer si un accident survient au bourgeon terminal.

La tigelle, jusqu'alors inclinée sur l'un des cotylédons, se relève, grandit et prend les caractères suivants: elle est hispide; ainsi que les pétioles et le limbe supérieur des deux feuilles primordiales. Celles-ci, irrégulièrement découpées, ont les apparences d'une foliole de la feuille normale, et, par leur ton vert brillant parfois nuancé de rouge, ressemblent aux germinations de quelques ombellifères.

Avec la naissance de la troisième feuille, qui s'insère intérieurement sur le pétiole de la seconde et près de son point d'attache, coïncide la chute des cotylédons.

EXPLICATION DES FIGURES

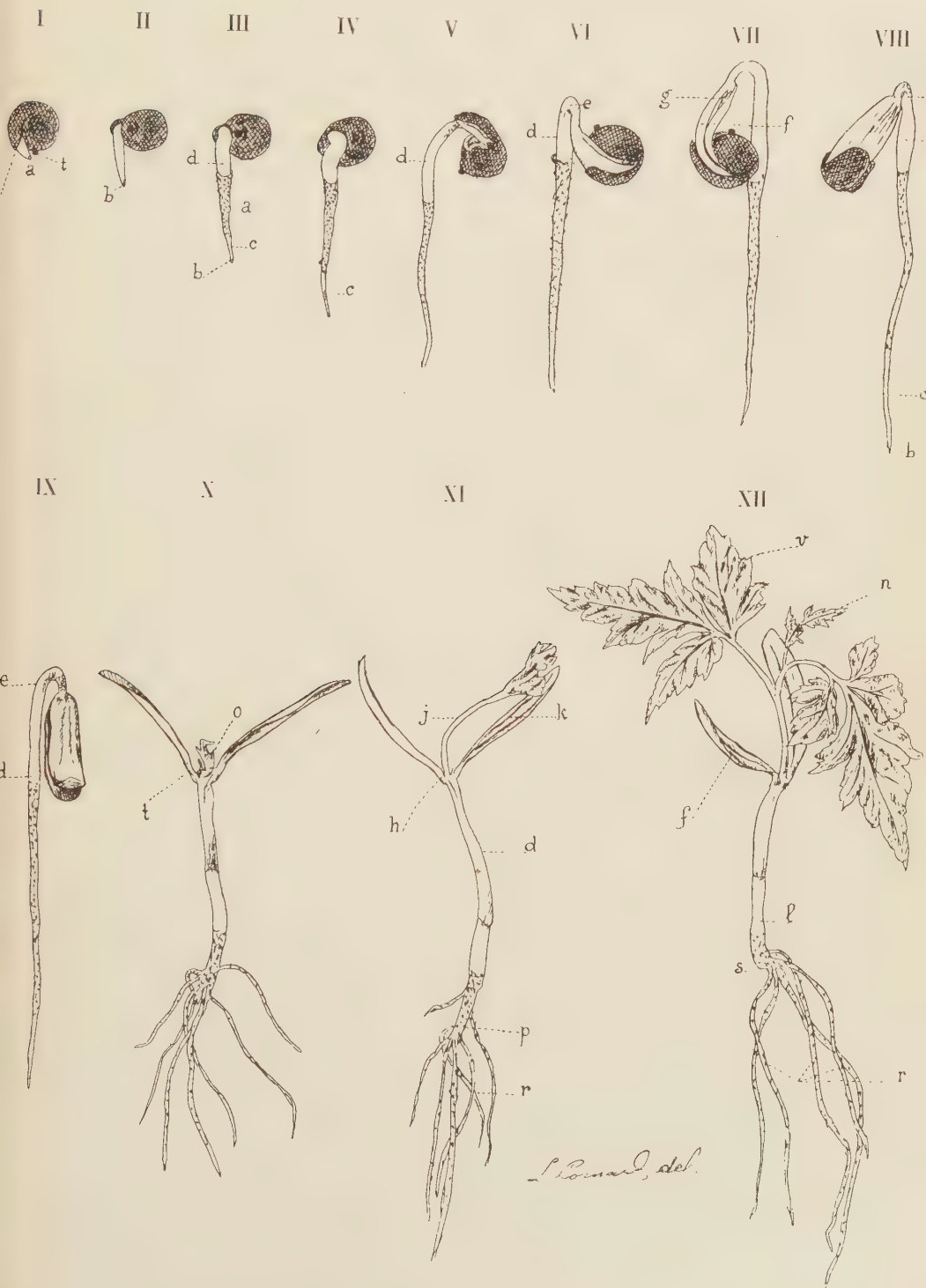
PLANCHE XIV

Germination de la graine du *Kæhreuteria paniculata*.

- FIG. I-II. — Commencement de la germination. — *t*, hile ; — *m*, ouverture micropylaire ; — *a*, extrémité de la radicule ; — *b*, coiffe.
- III à VI. — Stades plus avancés. — *a*, radicule ; — *b*, coiffe ; — *c*, région unie ; — *d*, région de l'hypocotyle, en voie d'allongement et formation, *e*, de l'anse.
- VII. — Déroulement des cotylédons ; ils s'écartent l'un de l'autre et laissent voir la gemmule, *g*.
- VIII. — Cotylédon vu dorsalement. — *e*, anse cotylédonaire ; — *d*, région hypocotylée.
- IX. — Jeune plantule dégagée de ses téguments ; l'anse (*e*) est contournée par la croissance de la région basilaire (*d*) de l'hypocotyle.
- X. — Développement du bourgeon (*o*) à l'aisselle d'un des cotylédons, par suite de la destruction de la tige épicotylée (*t*).
- XI. — Épanouissement des cotylédons formant un petit fourreau sur la tigelle en *h* ; — *k*, pli médian à la face supérieure ; — *j*, région épicotylée ; — *d*, région hypocotylée ; — *p*, pivot ; — *r*, radicules disposées sur quatre rangs.
- XII. — Plantule après trente-cinq jours de germination ; le pivot est sectionné en *s* ; — *r*, massif de radicules ; — *l*, collet ; — *v*, feuilles primordiales de l'épicotyle à folioles ovales, lancéolées et dentées ; — *n*, troisième feuille s'insérant sur le pétiole de la seconde.

Germination de la graine du *Kœlreuteria paniculata*.

(Grandeur naturelle.)



CONCLUSIONS

Les graines de *Xanthoceras sorbifolia* et de *Kæltreuteria paniculata* qui font l'objet de ce travail, paraissent extérieurement très différentes. Les embryons, de même, ne semblent pas devoir supporter un rapprochement. Cependant, l'examen approfondi de leur constitution et de leur contenu cellulaire fait ressortir beaucoup de points communs à ces deux graines.

Téguments. — Le tégument externe de l'une et l'autre semence présente plusieurs couches de grandes cellules suffisamment résistantes pour assurer la protection de l'embryon contre les agents extérieurs. Ces cellules sont, dans les deux cas, chargées de matières colorantes combinées à une substance saponoidique.

Dans les deux graines, le tégument interne est réduit à une pellicule — molle pour le *Kæltreuteria* et plus dure pour le *Xanthoceras* — contenant des éléments intéressants, particulièrement des produits saponiques.

Embryons. — Les embryons de ces deux graines sont épais et dissemblables à première vue. Les cotylédons du *Xanthoceras* sont inégaux, ceux du *Kæltreuteria* sont spiralés.

Dans le *Xanthoceras*, le parenchyme cotylédonnaire comprend des polyèdres arrondis et à méats, sans direction définie.

Dans le *Kæltreuteria*, les cotylédons sont beaucoup plus minces ; les éléments de leur parenchyme supérieur sont allongés dans le sens radial et ne présentent que de petits méats, leur constitution permet de les ranger entre les embryons épais et foliacés.

La nervation est palmée chez les deux embryons ; tandis que dans le *Xanthoceras*, les nervures ont un commencement de différenciation en bois et en liber, elles sont à l'état procambial dans le *Kæltreuteria*.

En outre, dans les cotylédons du *Kæltreuteria*, la nervure médiane prend naissance à un niveau un peu supérieur à la base du limbe, par la connexion de deux ramifications provenant des deux nervures les plus internes. Cette disposition est analogue à celle qui existe dans l'érable.

Ces différences, entre les embryons des graines de *Kæltreuteria* et de *Xanthoceras* étant indiquées, on y constate quelques points communs :

Les embryons des deux graines présentent un épiderme constitué d'éléments à peu près semblables, dépourvus de stomates et revêtus de quelques vestiges d'albumen.

Les réserves sont identiques dans les cotylédons ; elles consistent en huile, aleurone, amidon et substances saponiques.

Germinations. — L'étude du stade germinatif montre des différences pour les deux graines. Dans le cas du *Xanthoceras*, l'embryon reste sous terre et les feuilles n'apparaissent pas immédiatement avec leurs caractères définitifs : elles sont d'abord écaillées et d'aspect différent de ce qu'elles seront plus tard.

Le *Kaelreuteria* au contraire présente pendant la germination, des cotylédons aériens qui se chargent de chlorophylle et assistent pendant longtemps sur l'épicotyle, le développement des premières feuilles. Celles-ci sont encore dissemblables des feuilles normales.



Parmi les matières entrant dans la constitution de ces graines, deux principes surtout ont retenu mon attention, principes dont l'étude n'avait pas été abordée jusqu'ici ; ce sont les éléments saponiques et l'huile.

Le pouvoir aphrogène et émulsif des décoctions aqueuses des graines de *Xanthoceras* et de *Kaelreuteria*, laissait supposer l'existence d'un corps saponique.

L'examen de ce corps m'a montré qu'il appartenait au groupe des matières désignées par M. Masson sous le nom de *saponoïdes*, corps à fonction acide, existant généralement dans le végétal sous la forme de sels alcalins.

— L'étude de la localisation du saponoïde dans les cotylédons fait connaître sa présence dans toutes les cellules ; les téguments de chaque graine contiennent également un saponoïde paraissant exister dans ce cas en combinaison avec des tannins. Cet élément prédomine dans certaines cellules.

— Au cours de mes recherches sur la localisation du saponoïde, j'ai pu constater combien les méthodes de coloration ordinairement employées, donnaient de résultats peu précis. J'ai été amené à utiliser des procédés spéciaux ou à modifier certains procédés connus, de façon à rendre la localisation plus nette et plus facile.

C'est ainsi que par une addition à la méthode de M. Combes, j'ai obtenu une localisation plus sensible. A cet effet, après avoir effectué dans la coupe la combinaison barytique du saponique et transformé cette combinaison en chromate de baryum, je passe dans une solution faible de nitrate d'argent. La teinte rouge brique du chromate d'argent qui prend naissance est plus nette et prête moins à des confusions que la teinte jaune pâle primitive.

J'ai remarqué que les coupes traitées par le procédé de M. Combes,

soumises à l'action de solutions aqueuses de couleurs d'aniline donnaient quelquefois des teintes très avantageuses pour l'observation.

Le bleu polychrome, par exemple, colore fortement les parois cellulaires desquelles le précipité jaune de chromate de baryum se détache facilement.

— Mettant à profit la faculté que possède le saponuide de former des précipités insolubles avec les tannins, j'ai pu en produire la localisation de la façon suivante :

- Passage de la coupe dans une solution acide de tannin (afin de mettre en liberté l'acide libre du saponuide, matière insoluble, et d'éviter aussi toute diffusion d'une cellule à l'autre.)

Mise en évidence de la combinaison tannique, à l'aide des réactions ordinaires des tannins, particulièrement coloration avec le perchlorure de fer, les couleurs basiques d'aniline, etc...

Ce procédé de localisation pourrait être généralisé et appliqué chaque fois que l'élément cherché peut donner une combinaison insoluble avec le tannin, et que celui-ci conserve les propriétés permettant de le mettre en évidence par ses réactions colorées ordinaires. Avant de pénétrer dans cette voie, il est naturellement nécessaire de vérifier l'absence de tannins, dans une coupe, par les méthodes connues.

Enfin la réaction de Sonnenschein utilisée par M. Goris pour la recherche de quelques glucosides, m'a aidé à localiser le saponuide et sa combinaison tannique dans l'enveloppe des deux graines.



L'étude des matières grasses contenues en abondance dans les cotylédons des graines de *Xanthoceras* et de *Kæhreuteria* permet de classer ces deux semences parmi les graines oléagineuses.

Les caractères organoleptiques, physiques et chimiques des huiles obtenues, montrent qu'elles seraient susceptibles d'applications industrielles et commerciales.

Ces huiles en effet, sont comestibles ; leur saveur est neutre, non désagréable, et, j'ai pu en ingérer une certaine quantité sans inconvénient d'aucune sorte.

Leur utilisation en savonnerie est possible, l'huile de *Xanthoceras* donne des savons blancs et l'huile de *Kæhreuteria*, des savons un peu teintés en jaune.

Enfin, j'ai constaté, pour ces deux huiles, l'absence de propriétés siccatives, ce qui écarte l'idée de leur emploi pour la préparation des peintures et vernis.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
CHAPITRE I. — Historique	10
— II. — Morphologie externe et interne de la graine du <i>Xanthoceras sorbifolia</i> et de celle du <i>Kæltreuteria paniculata</i>	12
— III. — Opérations chimiques pour la mise en évidence des substances saponiques contenues dans les graines du <i>Xanthoceras</i> et celles du <i>Kæltreuteria</i>	22
— IV. — Histologie et contenu cellulaire des cotylédons du <i>Xanthoceras sorbifolia</i> et de ceux du <i>Kæltreuteria paniculata</i>	32
— V. — Histologie des téguments séminaux de la graine du <i>Xanthoceras sorbifolia</i> et de ceux du <i>Kæltreuteria paniculata</i> (Études microchimiques en vue de la localisation du composé saponique).	45
— VI. — Recherches sur l'huile des graines de <i>Xanthoceras</i> et de <i>Kæltreuteria</i>	52
— VII. — Morphologie externe de la germination du <i>Xanthoceras sorbifolia</i> et du <i>Kæltreuteria paniculata</i>	59
CONCLUSIONS.	66



DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

MINÉRALOGIE. — Mines de Stassfurt.

PHYSIOLOGIE. — Métabolisme des corps gras chez les animaux.

Vu et approuvé, Paris, le 6 août 1913.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer, le 6 août 1913.

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS.

Pr le Vice-Recteur :

L'Inspecteur de l'Académie,

J. COMBARIEU.

